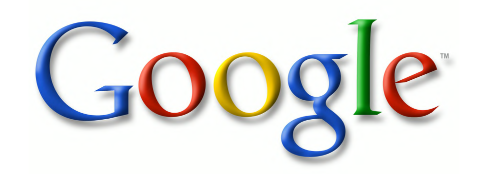






n von Silicaten.

Fig. 4.

?.2, n = 2Ꝑ∞.

?∞P∞. ∞P. 2P∞. 2P∞.
(§. 82. a. 1.)

4. Orthokl: Zwillingskrysta
(zu §. 82. a. 1.)

Fig. 8.

P = P, S = ∞P∞.

n: ∞P. P. (§. 78. a.)

8. Zirkon: ∞P∞. P. (§. 78.

Fig. 12.

∞P2, l = ∞R.

in: ∞P2. ∞R/2. R.
(§. 75. 3. a.)

12. Granat: ∞O.
(§. 76. 4. a.)

Fig. 16.

∞, l = ∞P∞, M = ∞P.

∞P. ∞P∞. ∞P∞. P
(§. 104. 1. a.)

16. Augit: Zwillingskrystall
(§. 104. 1. a.)

Fig. 20.

∞P∞, s = ∞P∞.

M = ∞P, p = oP

r = P, x = a

: ∞P. P∞. oP. ∞P∞. ∞P∞

20. Hornbl: ∞P. ∞P∞. P. oP
(§. 104. 1. a.)

Lith. u. Druck v. ...

Die

krystallinischen Felsgemengtheile

nach ihren

mineralischen Eigenschaften, chemischen Bestandtheilen, Abarten, Umwandlungen, Associationen und Felsbildungsweisen.

Für

Mineralogen, Geognosten und Bergleute

von

Dr. Ferdinand Senft

Professor der Naturwissenschaften am Grossherzogl. Realgymnasium und an der Forstlehranstalt zu Eisenach; Mitglied u. Adjunct der Kaiserl. C. L. deutschen Akademie der Naturforscher; theils wirkliches theils auswärtiges Mitglied der Kaiserl. Russ. Societät der Naturforscher zu Moskau, der Royal geological Society of London, der K. K geolog Reichsanstalt zu Wien, der naturforschenden Gesellschaft Isis zu Dresden, der mineralog. Gesellschaft zu Jena, der Königl. Bayerischen Gesellschaft für Botanik zu Regensburg, der Pollichia in der Pfalz, der Wetterauischen Gesellschaft zu Hanau, des mittelrheinischen Vereins für Geologie, der Königl. Akademie zu Erfurt etc.

Mit verschiedenen Tabellen, in den Text gedruckten Holzschnitten und einer lithographirten Tafel.

Berlin 1868.

Verlag von Julius Springer.

Vorrede.

Als ich im Jahre 1831 mit meinem hochverdienten Lehrer der Mineralogie, dem nunmehr verstorbenen Hofrathe Hausmann in Göttingen, den Harz bereiste, wurde mir im Radauthale eine Felsart als ein „ausgeprägter Diorit" bezeichnet. Im Jahre 1838 wurde mir dann eben diese Felsart als ein „trefflicher Diabas" angegeben; 1842 wurde dieser Diabas zu „Gabbro"; und — jetzt ist sie seit Strengs sorgfältigen Untersuchungen zu „Enstatitfels" geworden. Welch' ein Wechsel in der Benennung von einer und derselben Felsart! Aber auch welches Schwanken in der mineralogischen Bestimmung ihrer Gemengtheile! Zuerst ein Gemenge von Hornblende und Albit, dann von Augit und Labrador, dann von Diallag und Oligoklas (oder Saussurit), zuletzt endlich von Enstatit und Anorthit! — In ganz ähnlicher Weise ist es mir mit den sogenannten Grünsteinen Nassau's, mit manchen Trachyten Ungarns und vollends gar mit den Melaphyren aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands gegangen, so dass ich zuletzt einem Ausspruche (wenn ich nicht irre B. v. Cottas): „Was man nicht definiren kann, das sieht man für einen Melaphyr an" zwar mit Seufzen, aber auch mit voller Ueberzeugung beistimmen musste. — Wie ist es aber nun möglich, bei einem solchen Schwanken in der Bestimmung einer Felsart eine richtige geognostische Karte oder gar eine wahre geognostische — für die Bodenbildung so ausserordentlich wichtige — Beschreibung von einem Erdgebiete entwerfen zu können? — Und woher dieses Unsichere in der Bestimmung einer Felsart? — Nach meinen Erfahrungen liegt allerdings die erste Ursache von dieser Unsicherheit in dem undeutlichen Habitus und in der, aus diesem letzteren entspringenden, äusseren Aehnlichkeit vieler Felsarten unter einander. Aber es lässt sich auch nicht wegleugnen, dass gar sehr häufig eine nur oberflächliche Untersuchung der Gemengtheile einer solchen Felsart eine der Hauptursachen von ihrer falschen Bestimmung ist. Es ist dieses so allgemein bekannt, dass eine weitere Erörterung — wie in gar vielen Fällen die Gemengtheile einer solchen Felsart nur durch einfaches „Ansprechen" oder nur durch die oberflächlichste Untersuchung der physikalischen Eigenschaften bestimmt werden — hier unnöthig erscheint.

Bei deutlich gemengten, grobkörnigen Felsarten mag dies wohl häufig angehen, aber bei undeutlich gemengten, oft scheinbar ganz dichten, Gesteinen ist dieses gewiss unthunlich, wenn nicht geradezu unmöglich: da muss man die chemische Untersuchung zu Rathe ziehen. Indessen auch diese giebt oft nur annähernde Resultate; das ist ebenfalls allbekannt, denn man vergleiche nur die chemischen Analysen und die aus ihnen abgeleiteten Bestimmungen von einem und demselben Gesteine — z. B. vom Melaphyr und Phonolith — von einem und demselben Fundorte in Rothe's Gesteins-Analysen. — Wenn nun auch die Analyse nicht ausreicht, was dann? — Diese Frage musste ich mir unzählige Male vorlegen, als ich vor 34 Jahren meinen Schülern an der Forstlehranstalt zu Eisenach Gesteins- und Bodenkunde zu lehren begann. Und dabei war ihre Beantwortung für mich wie für meine Schüler von der grössten Wichtigkeit; denn die Felsarten sind die Mütter der Bodenarten, diese aber sind die Ammen der verschiedenen Pflanzenarten, diese endlich machen bekanntlich gar verschiedenartige Ansprüche an den Boden und gedeihen darum nicht auf jedem Boden. Die Beantwortung dieser Frage war es daher auch, welche mich unaufhörlich antrieb, den wahren mineralischen Bestand einer jeden Felsart ausfindig zu machen. Ich begnügte mich nun nicht mehr mit der einfachen mineralischen Untersuchung, auch nicht mehr mit der blossen chemischen Analyse der Felsarten: Nein, ich suchte mittelbar und auf mancherlei Umwegen zur Ermittelung des Mineralbestandes einer Felsart zu gelangen. Jetzt wurden die Aschen derjenigen Pflanzenarten, welche vorherrschend in grosser Menge und Ueppigkeit auf dem Verwitterungsboden jeder Felsart wuchsen, das Wasser der aus den einzelnen Felsarten hervortretenden Quellen, die Verwitterungsrinden in den verschiedensten Stadien ihrer Entwickelung, ferner die in den Spalten und Ritzen der verschiedenen Gesteine auftretenden mineralischen Ausfüllungen, endlich auch die in den einzelnen Felsarten vorkommenden, sogenannten zufälligen Gemengtheile nach ihrem Bestande und ihren Umwandlungsproducten so sorgfältig wie möglich untersucht und alle die hierdurch erhaltenen Resultate mit den durch die chemischen Analysen der Felsarten gewonnenen Producte verglichen. Gar manche schöne Resultate erhielt ich auf diesem complicirten Wege, aber ich gewann auch grade auf diesem Wege mehr und mehr die Ueberzeugung, dass vor allen Dingen eine genaue Kenntniss aller derjenigen Mineralarten, welche entweder die wesentlichen Gemengtheile der verschiedenen Felsarten bilden oder doch in grosser Menge und an vielen Orten in den letzteren auftreten, nicht blos nach ihren mineralischen Eigenschaften und chemischen Bestandtheilen, sondern auch — und zwar vorzüglich — nach allen ihren Zersetzungs- und Umwandlungsweisen absolut nothwendig ist, wenn man über den Bestand und die ganze Natur, ja über die ganze Entstehungs- und Fortentwickelungs-

geschichte, sowie über das Verhältniss der von ihnen zusammengesetzten Felsarten zu den in und auf dem Erdkörper vorgehenden Veränderungen ein sicheres Urtheil erhalten will. In Folge dieser Ueberzeugung wurden nun von mir alle diese „krystallinischen Felsgemengtheile" zuerst nach ihren Eigenschaften und Bestandtheilen, sodann nach ihren Umwandlungsweisen und endlich auch nach ihren möglichen Verbindungs- oder Gesellschaftungsweisen (Associationen) so sorgfältig wie möglich beobachtet. Zahlreiche Untersuchungen in den verschiedensten Gebirgen, Bergwerken und Mineraliensammlungen, sowie das Studium aller unserer bedeutenderen mineralogischen Werke förderten mein Streben so, dass ich jetzt nun im Stande zu sein glaube, die Resultate meiner, seit 1845 ununterbrochen fortgesetzten, Studien dem mineralogischen und geognostischen Publikum vorlegen zu können. Indem ich so meine Arbeit der Oeffentlichkeit übergebe, hege ich zugleich auch die Hoffnung, dass ich allen denen, welchen es daran liegt, nicht nur das Wesen und die Wandelbarkeit der einzelnen Mineralien und der von ihnen zusammengesetzten Felsarten, sondern auch den Stoffwechsel in der Mineralienwelt überhaupt kennen zu lernen, mit meinem Buche einen nicht ganz ungeeigneten Leitfaden für ihre Forschungen darbiete. Ich hege diese Hoffnung um so mehr, da wir gegenwärtig noch kein mineralogisches Werk besitzen, welches sich speciell nur mit den für die Bildung der krystallinischen Erdrindemassen wichtigen, Mineralarten und ihren Umwandlungs- und Associationsweisen beschäftigt und dieselben eben in allen ihren Beziehungen zur Felsbildung und Veränderung der Erdrinde möglichst ausführlich betrachtet. Möge darum meine mühevolle Arbeit mit Geneigtheit aufgenommen werden; möge man aber auch da, wo ich ohne mein Wissen und Wollen geirrt habe, Nachsicht üben und an den Ausspruch (Schillers) denken:

„Irrthum verlässt uns nie, doch führt ein höher Bedürfniss
„Leise den strebenden Geist vorwärts zur Wahrheit hinan."

Zum Schlusse meiner Vorrede sei es mir noch vergönnt, nur noch Einiges über die innere Einrichtung meines Buches mitzutheilen.

Wie man aus dem Inhaltsverzeichnisse zu demselben ersieht, habe ich das Ganze in zwei Hauptabschnitte getheilt. In dem ersten derselben versuche ich nach den von mir gesammelten Erfahrungen zunächst das Verhältniss der einfachen Mineralarten zur Bildung von krystallinischen Felsarten; dann die Theorie der verschiedenen Umwandlungen und der durch dieselben hervorgehenden neuen Mineralbildungen; darauf die Theorie der Associationen, welche ein Mineral mit anderen eingehen kann; und endlich die Aggregationsweisen, in denen die verschiedenen Mineralassociationen auftreten können, auf bestimmte wissenschaftliche Grundsätze zurückzuführen und nach denselben zu ordnen. In der That ein schwieriges Unter-

nehmen und darum auch in mancher Beziehung nur als ein Versuch zu betrachten, welcher sich bestrebt, der Wahrheit möglichst nahe zu kommen. In dem zweiten der genannten Abschnitte dagegen gebe ich die specielle Beschreibung der für die Felsbildung wichtigen krystallinischen Mineralarten so, wie das nachfolgende Inhaltsverzeichniss sie ausführlich angiebt. Bei diesen Beschreibungen wird man vielleicht eine noch umfassendere Darstellung der Krystallisationsverhältnisse der einzelnen Mineralarten wünschen, allein das würde den Umfang und den Zweck des ganzen Werkes überschritten haben, zumal da gerade in dem Gemenge der Felsarten die einzelnen Mineralarten nur selten so auskrystallisirt erscheinen, dass man ihre Formen ganz sicher bestimmen könnte. Ich glaube daher, dass in der That das in dieser Beziehung Gegebene durchaus genügt.

Ausserdem ist einerseits am Schlusse des ersten Hauptabschnittes eine übersichtliche Bestimmungstafel aller der in diesem Buche beschriebenen Mineralgruppen und andererseits im zweiten Hauptabschnitte unmittelbar nach der allgemeinen Charakteristik einer jeden dieser Gruppen eine Bestimmungstafel der zu jeder derselben gehörigen Mineralarten angegeben worden, damit auch der minder gewandte Mineralbestimmer sich leicht zurecht finden kann. Und um das Buch endlich auch für die Untersuchung von Felsarten und Gangformationen geeignet zu machen, ist bei der Beschreibung eines jeden Minerales nicht nur eine kleine Bestimmungstafel der von dem betreffenden Minerale gebildeten Felsarten, sondern auch eine tabellarische Uebersicht seiner bis jetzt bekannt gewordenen Associationen mit anderen Mineralarten beigegeben worden.

Eisenach, im September 1867.

Dr. Senft.

INHALT.

Erste Abtheilung.

Die Umwandlungen und Associations-Verhältnisse der Mineralien im Allgemeinen.

I.

Von den Gemengtheilen der Erdrindemassen im Allgemeinen.

II.

Umwandlungen der Mineralien.

III.
Von der Gesellschaftung oder Association der Mineralien, namentlich in Beziehung auf die Zusammensetzung der Felsarten.

VI.

Die Aggregationsweisen der Mineralassociationen.

I. Im Allgemeinen nach ihrer Bildung.

II. Specielle Betrachtung der Mineralaggregationen in ihrer massigen Entwickelung als Felsarten.

Zweite Abtheilung.

Specielle Beschreibung der krystallinischen Felsgemengtheile.

I.

Uebersicht und Bestimmung der krystallinischen Fels-Gemengtheile.

II.

Specielle Beschreibungen der einzelnen Gruppen und Arten der krystallinischen Felsgemengtheile.

I. Erze.

II. Hydrolyte.

III. Sulfatspathe.

IV. Carbonatspathe.

V. Fluoride.

II. Gruppe: **Feldspathe.**

Nähere Beschreibung der Feldspatharten.

III. Gruppe: **Leucite.**

Beschreibung einzelner Arten.

V. Gruppe: **Amphibolite.**

Nähere Beschreibung der wichtigeren Arten.

A. Sippe des Augites.

VI. Gruppe; **Phyllite.**

Nähere Beschreibung der wichtigeren Arten.

1. Sippe: Eigentliche Glimmer.

Seite

VII. Gruppe: **Magnesite.**

IIIa. Phosphate.

Erste Abtheilung.

Die Umwandlungen und Associations-Verhältnisse der Mineralien im Allgemeinen.

I.

Von den Gemengtheilen der Erdrindemassen im Allgemeinen.

§. 1. Wenn auch einzelne der Bestandesmassen unserer Erdrinde vorherrschend aus Vermoderungs- und Verkohlungssubstanzen von Organismenresten zusammengesetzt sind, so erscheinen doch die bei weitem meisten derselben als Aggregate von eigentlichen Mineralkörpern, sei es nun von wirklich krystallinischen Mineralien, sei es von den Zertrümmerungs- und Verwitterungsproducten dieser letzteren, sei es auch von einzelnen in den wirklichen Mineralzustand übergegangenen, ursprünglich organischen, Substanzen.

Mag nun aber das Eine oder das Andere stattfinden: Immer bilden reine Mineralarten das ursprüngliche Bildungsmaterial der Felsarten. Wer daher sich eine genaue Einsicht in das Wesen der Erdrindemassen, in ihre Entstehungs- und Umwandlungsweise verschaffen will, muss sich nothwendig zuerst mit denjenigen Körpern möglichst vertraut machen, aus deren Verbindungen jene Massen entstanden sind.

§. 2. Aber nicht alle Mineralarten nehmen gleich grossen Antheil an der Bildung der einzelnen Erdrindemassen. Vielmehr finden wir, dass während die Einen schon für sich allein Felsmassen zusammen zu setzen vermögen, die Anderen nur in Verbindung unter einander oder mit jenen ersten eine Felsart bilden können, ja noch Andere immer nur einzeln bald in dieser bald in jener Erdrindenmasse auftreten, ohne wirklich wesentlichen Antheil an dem Aufbau ihrer Mutterstätte zu nehmen, so dass sie auch in dem von ihnen bewohnten Gesteine fehlen können, ohne dass dadurch das Wesen dieses Gesteines verändert würde.

§. 3. Man muss demnach in jeder Felsart zweierlei mineralische Bestand- oder Gemengtheile unterscheiden:

1) solche, welche bei ihrer normalen Ausbildung niemals und nirgends in ihr fehlen, also zu ihrem Wesen oder Charakter gehören, und
2) solche, welche nicht immer und auch nicht an allen Orten in ihr vorkommen, also auch nicht zu ihrem wesentlichen Bestande gehören.

Jene ersten, welche demnach den Artencharakter einer Felsart bestimmen und nie in dem Gemenge der durch sie charakterisirten Felsart fehlen dürfen, wenn diese letztere nicht zu einer anderen Art werden soll, hat man eben in Beziehung hierauf die wesentlichen Gemengtheile der durch sie charakterisirten Felsart genannt. Die zweite Art von Felsgemengtheilen dagegen, welche also in dem normalen Gemenge einer Felsart fehlen kann und häufig auch darin fehlt, ohne dass dadurch der Artencharakter dieser Felsart aufgehoben wird, nennt man unwesentliche, zufällige oder fremdartige Gemengtheile oder kurzweg Beimengungen. (Jene ersten sind die Erbauer des Hauses, in welchem diese letzteren als Einmiethlinge wohnen.)

§. 4. Indessen sind diese Unterscheidungen nur beziehungsweise zu nehmen; denn es kann ein Mineral, welches für die eine Felsart ein wesentlicher Gemengtheil ist, für eine andere ein unwesentlicher sein. So ist z. B. der Feldspath für den Gneiss, welcher bekanntlich ein flaseriges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer ist, ein wesentlicher Gemengtheil, für den Glimmerschiefer aber, welcher aus einem schiefrigen Gemenge von Glimmer und Quarz besteht, ein unwesentlicher. — Es kann aber auch ein für eine bestimmte Felsart unwesentlicher Gemengtheil in derselben unter Verhältnissen in solcher Menge und auf so weite Strecken hin vorkommen, dass diese Felsart dadurch ihren festen Artencharakter verliert und zu einer Zwitterart von zwei Felsarten oder, wie man zu sagen pflegt, zu einer Uebergangsart von einer zur anderen Felsart wird. So wird z. B. der Granulit, welcher aus einem Gemenge von Feldspath (Orthoklas oder Oligoklas) und Quarz besteht, durch stellenweises Eintreten von — für seinen Bestand unwesentlichen — Glimmer ein Uebergangsgestein zum Gneiss. Vorzugsweise kann man diese Uebergänge von einer Felsart zur anderen an den gegenseitigen Berührungsstellen zweier verschiedenen Felsarten beobachten. — In der Regel ist dann aber mit diesem Eindrängen eines solchen an sich unwesentlichen Gemengtheiles das Zurücktreten eines wesentlichen verbunden. Für den oberflächlichen Blick ist dieses Verhältniss befremdend; wenn man jedoch die Natur des Eindringlings und des zurückweichenden Minerales vergleicht, so wird man meistens finden, dass jener seinem chemischen Bestande, ja oft sogar auch seinem morphologischen Verhalten nach ein mehr oder weniger naher Verwandter des verschwindenden Gemengtheiles und entweder durch Umwandlung oder durch theilweise Zersetzung des letztgenannten hervorgegangen ist. Dies ist z. B. der Fall mit dem Turmalin und Kaliglimmer, der Hornblende und dem Magnesiaglimmer, mit dem Damouritglimmer und dem Staurolith nebst Disthen etc. — Gewöhnlich nennt man nun solche unwesentliche Gemengtheile, welche an die Stelle eines ihnen verwandten wesentlichen Gemengtheiles in einer Felsart eintreten, stellvertretende oder vicariirende. Sie sind, wie

schon gesagt, wohl stets chemische Verwandte oder Umwandlungsproducte der von ihnen verdrängten Gemengtheile und in vieler Beziehung von grossem Interesse, indem sie dem Petrographen einerseits bei undeutlich gemengten Gesteinen einen Fingerzeig zur Auffindung der in der scheinbar gleichartigen Gesteinsmasse noch vorhandenen Gemengtheile geben und andererseits einen Blick thun lassen nicht blos in die Umwandlungsart einzelner Mineralien, sondern auch in die noch vielfach so geheimnissvolle Metamorphose gar mancher Felsarten. In der Lehre von den Associationen der Mineralien wird über diesen Gegenstand noch weiter gesprochen werden. — Ist nun einer dieser stellvertretenden Gemengtheile seinem chemischen, physischen und morphologischen Gehalte nach einem wesentlichen, mit ihm zugleich in einem Gesteine auftretenden, Gemengtheile so nahe verwandt, dass sie in eine und dieselbe Sippe oder Gattung gehören, wie z. B. Orthoklas und Oligoklas, Anorthit und Labrador, Kali- und Magnesiaglimmer, dann übt zwar derselbe auf den petrographischen Charakter und Namen eines Gesteins keinen Einfluss aus, aber die Umwandlungs- und Verwitterungsverhältnisse, ja auch die Associationsverhältnisse der Gesteine werden hierdurch auf mannigfache Weise umgeändert. Granit besteht z. B. aus Quarz, Orthoklas und Kaliglimmer, aber er kann auch aus Quarz, Oligoklas und Magnesiaglimmer bestehen. Auf seine Benennungen übt also der Wechsel der Gemengtheile keinen Einfluss aus: er bleibt in beiden Fällen Granit. Aber auf seine Associations-Verhältnisse ist dieser Wechsel von Bedeutung; denn der Kaliglimmer-Granit ist vorherrschend der Sitz des Turmalins, Topas, Berylls etc., während der Magnesiaglimmer-Granit gewöhnlich die Heimath der Hornblende, des Chlorites, Granates etc. ist; auch kann der erstere nicht in Syenit übergehen, während bei dem letzteren dieses gewöhnlich vorkommt.

Ausser den eben erwähnten unwesentlichen Gemengtheilen kommen nun aber noch andere Mineralien in der Masse einer Felsart vor, welche scheinbar in gar keinem verwandtschaftlichen Verhältnisse zu einem wesentlichen Gemengtheile der letzteren stehen, auf welche deshalb der Namen „fremdartige Beimengungen" noch eher als auf jene zu passen scheint. Wenn man indessen den chemischen Bestand der Hauptgemengtheile eines Gesteines genau erforscht, so gelangt man schliesslich doch zu dem Resultate, dass auch diese scheinbaren Fremdlinge nichts weiter sind, als ausgeschiedene Bestandtheile der Zersetzungsproducte des einen oder anderen wesentlichen Gemengtheiles. Dies gilt z. B. von der Hornblende und dem Magneteisenerz in den Basalten, welche nichts anderes als Zersetzungsproducte des Augites sind. — Endlich aber darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass es allerdings auch wirklich zufällige Gemengtheile in einer Felsart geben kann, d. h. solche Mineralarten, welche als Auflösungen von Aussen her in die Masse eines Gesteines eingedrungen

sein müsen, da sie ihrem ganzen Wesen und Habitus nach den Bestandtheilen derselben fremd sind, sei es nun, dass sie durch Spalten, Ritzen oder Poren in das Innere der von ihnen bewohnten Felsart oder in diese letztere zu einer Zeit gelangt sind, in welcher sie noch schlammig weich und für Flüssigkeiten durchdringlich war. Dies ist z. B. der Fall mit den Kalk- und Gypsspathkrystallen, welche man so oft innerhalb der Thonmassen findet.

§. 5. Werfen wir nochmals einen Blick auf das eben Mitgetheilte zurück, so finden wir, dass in einer Felsart dreierlei unwesentliche Gemengtheile auftreten können:

1) solche, welche mit einem der wesentlichen Gemengtheile ihrer chemischen Zusammensetzung nach ganz nahe verwandt sind. Alle diese unwesentlichen Gemengtheile können als Stellvertreter des ihnen verwandten wesentlichen Gemengtheiles auftreten;
2) solche, welche ihrem chemischen Bestande nach als Zersetzungsproducte eines wesentlichen Gemengtheiles gelten können. Diese sind einerseits bezeichnend für das Vorhandensein ihres Muttterminerals in einem undeutlich gemengten Gesteine, und andererseits Andeutungsmerkmale, dass sich das von ihnen bewohnte Gestein im Zustande der Umwandlung befindet;
3) solche, welche ihrem chemischen Bestande nach den wesentlichen Gemengtheilen ganz fremd sind. Dies sind die fremdartigen Einschlüsse.

Soviel im Allgemeinen über die mineralischen Gemengtheile der Felsarten. Vieles über dieselben ist bis jetzt schon erforscht worden; noch mehr aber ist noch zu erforschen übrig. Dies gilt ganz besonders für die zufälligen Gemengtheile, deren Beziehungen zu den wesentlichen Bestandtheilen einer Felsart bis jetzt noch lange nicht genug beachtet worden sind, obwohl gerade sie in gar sehr vielen Fällen den besten Wegweiser für die Erforschung und Erklärung der ganzen Lebensgeschichte, sowohl der Entstehung, wie der Veränderungen nicht nur einzelner Minerale, sondern auch ganzer Felsarten abgeben können. Später mehr darüber.

§. 6. Es ist bis jetzt nur von solchen Beimengungen die Rede gewesen, welche unmittelbar mit den wesentlichen Gemengtheilen einer Felsart verbunden sind und untermischt mit ihnen auftreten. Ausser ihnen bemerkt man auch noch Mineralkörper, welche innerhalb der Masse eines Gesteines kleinere und grössere Höhlungen mehr oder weniger ausfüllen und die Gestalt von Krystallgruppen, Drusen, Kugeln, Mandeln oder Knollen zeigen. In den meisten Fällen sind diese Aggregatbeimengungen als Ausscheidungen von den wesentlichen Bestandtheilen der sie umschliessenden Felsarten oder als Ausschwitzungen von denjenigen chemischen Bestandtheilen zu betrachten, welche nach der Bildung der wesentlichen Felsgemeng-

theile in der Mutterlösung noch übrig geblieben sind. Es fehlt indessen auch nicht an Beispielen, in welchen diese beigemengten Mineralaggregate als Infiltrationen, welche von Aussen her durch feine Haarspalten in jene Höhlungen gelangt sind, angesehen werden müssen. — Ihr Volumen ist sehr verschieden; von der Grösse eines Hanfkornes wachsen sie bis zu einem Durchmesser von mehreren Fussen; ja bisweilen wird ihr Durchmesser so gross, dass sie gewissermassen als selbstständige Mineralmassen betrachtet werden müssen, und dann nennt man sie Nester (und untergeordnete Stöcke und Lagermassen).

Bemerkung. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass hier nur von krystallinischen Mineralaggregaten und nicht von jenen Felsblöcken die Rede ist, welche man inmitten der Massen von vulcanischen Felsarten häufig antrifft.

Endlich erscheint die Körpermasse einer Gebirgsart auch oft von scheinbar ihr ganz fremdartigen Mineralaggregaten durchsetzt, welche theils parallel mit der Schichtungsebene der sie umschliessenden Gebirgsart mehr oder minder platten- oder flachhalbkugelförmig ausgedehnt sind, theils unter verschiedenen Winkeln und nach verschiedenen Richtungen hin, — wie Adern —, den Körper der letzteren durchsetzen und häufig eine so massige Entwickelung zeigen, dass sie das Ansehen selbstständiger Felsarten gewinnen. Diese unter dem Namen von Gang-, Stock- und Lagermassen bekannten Mineraleinmiethlinge in dem Gebäude einer Felsart sind ebenfalls von hoher Bedeutung für die Lebensgeschichte des von ihnen bewohnten Felsgebäudes; denn sie sind

a. entweder Verwandte der von ihnen bewohnten Felsart und bestehen dann

α. theils aus Zersetzungs- und Auslaugungsproducten,

β. theils aus dem letzten Auslaugungsreste einer Urfelsart, von welcher das gegenwärtige Felsgebäude selbst nur ein Umwandlungsproduct ist, — (wie dies wahrscheinlich bei manchen Lagermassen der Fall ist),

b. oder wirklich Fremdlinge der sie umschliessenden Felsart und dann

α. theils durch vulcanische Kraft von unten auf in dieselbe eingeschoben worden,

β. theils durch Wasserfluthen von oben her in die vorhandenen Spalten der Felsart gelangt und dann wieder

1) entweder für sich allein oder

2) in Untermischung mit den Auslaugungsproducten der sie umschliessenden Felsart abgesetzt worden.

Sie sind also in beiden — unter a und b genannten — Fällen bedeutsam; im Falle a. als Zeugnisse für den ehemaligen chemischen Bestand ihres Muttergesteines und darum häufig auch als Wegweiser für die Auffindung derjenigen Mineralarten, aus denen dieses Gestein, wenn es dicht

und deutlich gemengt erscheint, besteht; — im Falle b. aber als Andeutungen theils für das Alter, theils für die ehemalige Umgebung und Decke des von ihnen bewohnten Felsgebäudes.

Gewiss verdienen daher diese Gang- und Lagergebilde in einer Felsmasse in jeder Beziehung unsere Beachtung, wenn wir uns mit dem Baumateriale und der Structur der Erdrinde vertraut machen wollen. Aus diesem Grunde sollen in Folgendem auch unter der speciellen Beschreibung der mineralischen Felsgemengtheile wenigstens diejenigen Gang- und Lagergebilde, welche sehr häufig auftreten und in irgend einem genetischen Verhältnisse zu den sie einschliessenden Felsmassen stehen oder auch wohl als Einsprenglinge in den letzteren sich bemerklich machen, näher betrachtet werden.

Ehe jedoch zu der speciellen Beschreibung der einzelnen mineralischen Felsgemengtheile geschritten werden kann, ist es nothwendig, zunächst das Wichtigere über die Umwandlungs- und Gesellschaftungsweisen der Mineralien im Allgemeinen zu betrachten, da man nur hierdurch zu dem Schlusse gelangen kann, dass auch in der scheinbar nur willkürlichen Mengung der Felsbestandtheile ein festes Gesetz waltet und dass das Zusammenvorkommen jedes einzelnen Minerales mit anderen Mineralarten meistens bedingt ist, theils durch ihre Entstehung aus einer gemeinsamen Mutterlösung, theils auch aus der Abstammung von einem gemeinsamen Mutterminerale.

II.

Umwandlungen der Mineralien.

§. 6. Jedes Mineral kann im Zeitverlaufe an seinem Körper gewisse Veränderungen erleiden, sobald es sich an einem Orte befindet, in welchen Agentien gelangen können, welche auf den Körper desselben einzuwirken vermögen. Diese Veränderungen bestehen entweder nur in einer mechanischen Zerkleinerung seiner Körpermasse, oder in einer theilweisen oder gänzlichen Umwandlung seines chemischen Bestandes, oder in beiden zugleich. Die erste dieser Verändrungsweisen, durch welche wohl die Gestalt eines Minerales, aber nicht sein eigentliches Wesen verändert wird, bedarf hier nur insofern einer Erwähnung, als sie in sehr vielen Fällen das Mittel abgiebt, durch welches ein Mineral vorbereitet wird, die von Aussen her auf

seine Massen eindringenden Zersetzungs- oder Umwandlungsagentien in sich aufzunehmen, so dass diese letzteren nun gleichmässiger und rascher auf seine kleinsten Theile einwirken können. — Anders dagegen ist es mit der zweiten Art der obengenannten Verändrungsweisen, durch welche sowohl der chemische Bestand, wie auch die Gestalt eines Mineralkörpers ganz oder theilweise umgewandelt wird.

Diese Umwandlungsweise der Mineralien ist von der grössten Wichtigkeit im Haushalte des Mineralreiches; denn durch sie wird jedes zusammengesetzte Mineral zu einem Magazine, aus dessen Bestandtheilen durch Einfluss gewisser Umwandlungsagentien soviel neue Arten entstehen können, als eben verschiedene Arten dieser Bestandtheile in einem angegriffenen Steine vorhanden sind. Durch sie wird also Bewegung in die starre Materie gebracht und hierdurch der Stoffwechsel im Mineralreiche unterhalten, in Folge dessen nun aus den vorhandenen Mineralen ohne Aufhören neue Arten geschaffen werden.

§. 7. Im Allgemeinen äussert dieser Umwandlungsprocess indessen seine Thätigkeit in zwei ganz verschiedenen Weisen. Einerseits nemlich wandelt er ein krystallinisches Mineral in ein anderes ebenfalls krystallinisches um und andererseits schafft er aus einem krystallinischen Minerale eine nicht krystallinische, amorphe oder erdig-krümliche Substanz. Er wandelt also z. B. einen Hornblendekrystall in einen Glimmerkrystall um, aber er bereitet auch aus einem ebensolchen Hornblendekrystalle unkrystallinische Grünerde. Ebenso wandelt er einen Augitkrystall in gut krystallisirten Olivin, aber auch in nicht krystallinischen Serpentin oder gar in eine krümliche Mergelerde um. Wir müssen daher diese beiden Weisen der Mineralumwandlung wohl unterscheiden und wollen demgemäss im Folgenden:

1) diejenige Umwandlungsweise, durch welche ein krystallisirtes Mineral zu einem ganz andern, aber ebenfalls krystallisirten, wird, den Krystallmetamorphosirungsprocess; dagegen
2) diejenige Umwandlungsweise, durch welche ein krystallisirtes Mineral zu einer amorphen oder erdig-krümlichen, nicht krystallinischen Masse wird, den Verwitterungsprocess

nennen. Zwischen diesen beiden Extremen der Mineralumwandlung liegt nun aber noch eine Mittelreihe von Umwandlungen, durch welche aus den Bestandtheilen einer Mineralmasse mehrere neue krystallisirte und zugleich auch amorphe Mineralsubstanzen entstehen können. Da bei dieser Art von Umwandlungen die ganze Masse eines Minerales zerlegt wird, so wollen wir dieselbe den Mineralzertheilungsprocess nennen, obwohl er nur als eine Mittelstufe zwischen den ebengenannten beiden Extremen zu betrachten ist.

Ehe wir jedoch zur näheren Betrachtung dieser Umwandlungsprocesse übergehen, ist es nöthig, zu untersuchen,

1) durch welche Potenzen und Agentien dieselben eingeleitet und ausgeführt werden, und
2) auf welche Weise diese Zersetzungsagentien im Allgemeinen auf einen Mineralkörper einwirken.

A. Kräfte und Stoffe, welche die Umwandlung der Mineralien hervorbringen.

a. Anregungsmittel.

§. 8. Wenn ein chemischer Stoff auf einen festen Körper einwirken soll, so muss der letztere durch irgend ein Mittel erst zur Aufnahme jenes angeregt oder vorbereitet werden. Dieser anregenden oder vorbereitenden Mittel (Anregungsmittel) giebt es im Haushalte der Natur zweierlei: physikalisch oder mechanisch wirkende und chemisch schaffende. Zu den ersteren gehört namentlich die Wärme mit ihren wechselnden Temperaturgraden und wahrscheinlich auch die geheimnissvolle Contactelectricität; zu den letzteren dagegen sind die Halogene, Säuren und starkbasischen Metalloxyde zu rechnen. Ausser diesen Anregungsmitteln aber giebt es noch eins, welches bald blos mechanisch, bald blos chemisch, bald beides zugleich wirkt; es ist dies das Wasser. Denn dieses vermag einerseits ähnlich der Wärme durch seine ausdehnende Kraft, — sei es beim Gefrieren oder beim Verdampfen —, die Körpertheile eines Minerales so auseinander zu drängen, dass sich in die dadurch entstehenden Zwischenräume umwandelnde Stoffe einschleichen können, oder auch ganz zu spalten, andererseits aber auch Mineraltheile zu lösen und aus ihrem Verbande herauszuziehen, und endlich auch noch einzelne Mineralbestandtheile zur Aufnahme von chemischen Stoffen anzuregen oder vorzubereiten.

Es sind diese Thätigkeiten der eben angegebenen Anregungsmittel von so grosser Wichtigkeit für den Umwandlungsprocess der Mineralien, dass wir sie etwas näher beleuchten müssen.

1. Einfluss der Wärme.

§. 9. Steigende Wärme lockert den Zusammenhalt einer Körpermasse, indem sie die Theile der letztern so ausdehnt, dass sie sich immer weiter von einander entfernen und so Haarspalten zwischen sich bilden, in welchen die Umwandlungsagentien bis zu den kleinsten Theilen der Körpermasse gelangen können; ja sie vermag diese Lockerung des Zusammenhaltes so weit zu treiben, dass jede feste Körpermasse zuletzt tropfbarflüssig und dampfförmig wird. Können aber erst die Umwandlungsagentien bis zu den kleinsten Theilen eines Körpers gelangen, dann vermögen sie auch sich mit denselben zu verbinden und sie aus ihren bisherigen Verbindungen zu ziehen. Recht deutlich kann man diese Wirkungsweise

der Wärme an allen denjenigen Krystallformen bemerken, welche sich nach einer Richtung hin leicht in dünne Blätter spalten lassen. Erhitzt man diese auf einem glühenden Bleche, so wird ihre Cohärenz in der Richtung dieser Blätterlagen so schwach, dass sie oft von selbst sich schon blättern oder wenigstens in der Richtung ihrer Blätterlagen mehr oder minder hervortretende Spalten zeigen. Aber eben diese Krystallformen zeigen sich auch am ersten und meisten umgewandelt oder mit Zersetzungsproducten gemischt zwischen ihren Blätterlagen, wie man oft an Hornblenden beobachten kann, welche äusserlich ganz frisch aussehen, aber beim Zerschlagen zwischen ihren Blätterlagen äusserst zarte Lamellen von Kalkspath besitzen. Auch in der Masse der Turmalinkrystalle gewahrt man oft Glimmerlamellen zwischen ihren Blätterlagen, und zwischen den Blättern des Glimmers selbst befinden sich häufig dünne Ueberzüge von Eisenoxyd oder Eisenglanz.

Diese Wirkungsweise der Wärme muss sich in den tieferen Lagen der Erdrinde kräftiger erweisen, als in den oberen, weil in diesen eine höhere und sich immer gleicher bleibende Temperatur herrscht, als in den oberen, mit der Atmosphäre in Berührung stehenden. Aber was diesen letzteren an höheren Temperaturgraden abgeht, das ersetzt in ihnen eben der unaufhörlich stattfindende Wechsel von höheren und niederen Wärmegraden, in Folge dessen in einer Körpermasse ein stetiger Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung und durch diesen endlich eine Auflockerung und Zerspaltung derselben hervorgebracht wird. Diese Wirkungsweise des Temperaturwechsels wird um so greller und vollständiger hervortreten, je häufiger und plötzlicher weit von einander entfernt stehende Wärmegrade abwechseln.

Die Hauptwirkungsweise der Wärme bei den Umwandlungen eines Minerales besteht also nach dem eben Mitgetheilten darin, dass sie durch Auflockerung des Mineralkörpers den umwandelnden Agentien den Zutritt zu den kleinsten Theilen seiner Masse möglich macht, dann aber auch diese Theile anregt, jene Agentien an sich zu ziehen.

§. 10. Es verhalten sich indessen die einzelnen Mineralien verschieden gegen den Einfluss der Wärme einerseits je nach ihrer Oberflächenbeschaffenheit, Farbe und Dichtigkeit und andererseits je nachdem die Wärme selbst als geleitete oder als strahlende auftritt. Im Allgemeinen ist in dieser Beziehung folgendes zu bemerken:

a. Mineralien mit dunkler oder rauher Oberfläche saugen strahlende Wärme sehr rasch ein, geben sie aber auch schnell als geleitete Wärme an die mit ihnen in Verband stehenden Minerale wieder ab. Sie wechseln also rasch ihre Temperatur und werden in Folge davon lockerer.

b. Mineralien mit heller oder glatter bis spiegelnder Oberfläche werfen

den grössten Theil der auf sie auffallenden Wärmestrahlen wieder zurück und werden in Folge davon auch nur sehr langsam durchwärmt. Sind sie aber einmal durchwärmt, dann bleiben sie auch sehr lange gleichmässig warm.

c. Mineralien mit dichtem Gefüge nehmen die geleitete Wärme sehr rasch auf, geben sie aber auch eben so schnell wieder an ihre Umgebung ab; sie werden also sehr rasch heiss, aber ebenso schnell wieder kalt. — Mineralien dagegen, welche ein lockeres, erdiges, faseriges oder blättriges Gefüge haben, nehmen die geleitete Wärme nur ganz allmählig in sich auf, behalten sie aber auch sehr lange.

d. Ganz farblose, vollkommen durchsichtige Mineralien mit glänzend glatter Oberfläche werden von der strahlenden Wärme fast gar nicht afficirt, da sie dieselbe ungehindert durch sich hindurchgehen lassen. Gegen die geleitete Wärme dagegen verhalten sie sich wie gute Wärmeleiter und zwar um so mehr, je dichter und glasartiger ihr Gefüge ist.

Bei der Beobachtung der Natur wird man nun aber bemerken, dass die eben angegebenen physikalischen Erfahrungen nicht genau zutreffen; denn man wird z. B. finden, dass Mineralien, welche vermöge ihrer Oberflächenbeschaffenheit gute Wärmestrahler sein sollten, in der That gute Wärmehalter sind. Dies hat seinen Grund einerseits in dem Gefüge der Körpermasse eines Minerales und andererseits darin, dass der von einem Minerale eingesogene Wärmestrahl im Innern desselben in geleitete Wärme umgewandelt wird, indem der durch den Wärmestrahl erwärmte Mineraltheil die ihm gewordene Wärme dem zunächst mit ihm verbundenen Mineraltheile zuleitet. Auf diese Weise lehrt die Erfahrung, dass

a. Mineralien von schwarzer Farbe und faserigem oder blättrigem Gefüge die strahlende Wärme schnell aufnehmen, aber auch lange behalten;
b. Mineralien von weisser Farbe und dichtem Gefüge die strahlende Wärme langsam aufnehmen und schnell wieder abgeben;
c. Mineralien von heller Farbe, glänzender Oberfläche und blättrigem Gefüge die strahlende Wärme sehr langsam aufnehmen und auch sehr lange festhalten.

Alle diese Eigenthümlichkeiten der Mineralien in ihrem Verhalten zur Wärme sind von grossem Einflusse für deren Umwandlung. Denn alle Mineralien, welche die Wärme in sich anzusammeln und lange in sich festzuhalten vermögen, gestatten den Zersetzungsagentien nicht nur einen leichteren Eingang in ihr Inneres, sondern auch eine stärkere Wirksamkeit, wie man recht deutlich an allen Mineralien mit vollkommen blättrigem Bruche bemerken kann. Sie alle werden am ersten und meisten in ihrem Innern an den Spaltflächen umgewandelt, besonders dann, wenn sich ihre Krystalle in einer solchen Stellung befinden, dass die Wärmestrahlen in der Richtung ihrer Blätterlagen sie bestreichen können.

Das einzelne Mineralindividuum wird an der Oberfläche des Erdkörpers nur durch die Strahlen der Sonne erwärmt. Wenn es aber mit anderen Mineralindividuen verwachsen ist, so theilt es diesen die eben erst empfangene strahlende Wärme als geleitete mit. Besitzen diese letzteren nun nicht dasselbe Leitungs- oder Strahlungsvermögen, wie das Wärme spendende Mineral, so muss nothwendig durch dieses verschiedene Verhalten eine ungleiche Wirkung der Wärme und in Folge davon eine Störung des Zusammenhanges zwischen den verbundenen Mineralien und eine ungleichmässige Zersetzungsweise eintreten.

Durchsichtige Krystalle, welche in einer dichten Masse von derselben Mineralart eingewachsen sind, widerstehen den Verwitterungsagentien stärker als die sie umschliessende Masse; ja diese letztere beginnt ihre Zersetzung in der Regel zuerst in der nächsten Umgebung des Krystalles.

2. Einfluss von Säuren und Basen.

§. 11. Die obengenannten chemischen Agentien, — Säuren und starke Basen —, wirken hauptsächlich dadurch auf ein Mineral ein, dass sie einen chemischen Bestandtheil dieses Minerales, — mit welchem sie selbst sich gern verbinden möchten, aber es in seiner gegenwärtigen Beschaffenheit nicht können, — anregen, sich mit einem Elemente zu einem Körper zu vereinigen, mit welchem sie sich nun selbst verbinden können. Ihre anregende Thätigkeit ist also gewissermassen eine eigennützige und stets auch mit ihrer umwandelnden Thätigkeit eng verbundene. Auf diese Weise regt die mit Wasserdunst verbundene Kohlensäure das Eisen an, sich mit Sauerstoff zu Eisenoxydul zu verbinden, mit welchem sie selbst sich nun zu kohlensaurem Eisenoxydul vereinigt. Ebenso regt ganz ähnlich das kohlensaure Kali oder auch die Kalkerde den Stickstoff im Ammoniak an, dass er sich mit dem atmosphärischen Sauerstoff zu Salpetersäure verbindet, mit welcher sich nun das Kali oder die Kalkerde zu Salpeter vereinigt.

Diese Anregungsweise der chemischen Substanzen tritt also hauptsächlich dann hervor:

a. wenn Sauerstoffsäuren mit einem Metalle in Berührung kommen, zu dessen basischem Oxyde sie eine grosse Verbindungsneigung haben;

b. wenn stark basische Oxyde mit einem Körper in Berührung kommen, welcher einen elementaren Bestandtheil besitzt, zu dessen Sauerstoffsäure sie eine sehr grosse Verwandtschaft besitzen.

In beiden Fällen wird dann der Körper, mit welchem sich die genannten Agentien verbinden wollen, zur Oxydirung angeregt. Am stärksten zeigen sich auf diese Weise anregend und zugleich umwandelnd die stark basischen Alkalien und alkalischen Erden; ja diese besitzen sogar die Kraft, einerseits schwach basische Oxyde der Metalle — z. B. das Sesquioxyd des Eisens, Mangans und Chroms — und andererseits organische Substan-

zen zur Säurebildung anzuregen, um sich mit den hierdurch entstehenden Säuren zu verbinden.

In und auf der Erdrinde sind unter den anregenden Säuren hauptsächlich die schon genannte und später noch weiter zu beschreibende Kohlensäure, die aus der Oxydation von Schwefelmetallen oder Schwefelwasserstoffexhalationen entstehende Schwefelsäure, und die durch den Verwesungsprocess organischer Substanzen sich erzeugenden Humussäuren in der eben angedeuteten Weise thätig. — Starke Basen, namentlich der Alkalien und alkalischen Erden, aber kommen in der Natur unter den gewöhnlichen Verhältnissen nirgends frei vor. Von ihrer anregenden Kraft würde daher auch hier nicht die Rede sein können, wenn sich nicht in ihren basisch kohlensauren Salzen ihre anregende Kraft geltend machte, in Folge deren sie einerseits Stoffe — z. B. das oben schon genannte Ammoniak — zur Säurenbildung anregen, andererseits andere Salze, zu deren Säuren sie sehr grosse Verbindungsneigung besitzen, unter Abgabe ihrer Kohlensäure zersetzen und umwandeln, und endlich selbst Stoffe — z. B. den Opal — auflösen, um sich mit deren Säuren verbinden zu können.

3. Einfluss des Wassers.

§. 12. Das Wasser spielt unter allen Agentien in der Bildungsgeschichte der Mineralien nicht nur die grösste, sondern auch die verschiedenartigste Rolle. Sollen sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen Stoffe chemisch mit einander zu einem Mineralkörper verbinden, so muss erst das Wasser sie in sich zu den feinsten Theilen auflösen und dann das Mittel bilden, welches nicht nur die Verbindungsneigung dieser Theilchen rege macht, sondern auch die normale Aneinanderreihung der durch diese Verbindungen hervorgebrachten Massetheile zu regelmässigen Krystallkörpern fördert; und soll ein solches — erst durch Hülfe des Wassers entstandenes — Mineral wieder zersetzt oder in ein anderes umgewandelt werden, so ist es wieder das Wasser, welches diese Zersetzung oder Umwandlung einleitet und ausführt, sei es nun, dass es diesen Act durch sich allein vollbringt, oder dass es die Agentien, durch welche ein Mineral angegriffen werden soll, in das Innere der letzteren einführt. — Aber damit ist sein Wirkungskreis noch nicht geschlossen. Gar oft muss es nicht nur die Verbindung der eigentlichen Mineralbildungstoffe vermitteln oder befördern, sondern auch als Stellvertreter irgend einer Säure oder Base selbst mit in die Verbindung dieser Stoffe eintreten oder wenigstens die durch seine Vermittelung zum Krystall vereinigten Massetheile zusammengefügt halten und so gewissermassen den Kitt derselben bilden (als sogenanntes Constitutionswasser).

Erfahrungen und Versuche: 1) Wenn man zu einer verdünnten Lösung von Aetzkalk eine stark verdünnte Lösung von Schwefelsäure setzt, so dass die Mischung sich nicht trübt, giesst dann diese letztere in einen

Napf mit möglichst fein zertheilten Thonschlamm, welcher nicht nur die allzu rasche Verdampfung des Lösungswassers hemmt, sondern auch einen guten Haftpunkt für die sich nun abscheidenden Gypstheile bildet, ohne sie in ihrer Bewegung und regelrechten Aneinanderreihung zu hindern, so erhält man nach dem allmähligen Austrocknen des Ganzen sehr schön ausgebildete, farblose durchsichtige Gypskrystalle, welche entweder auf dem erhärteten Thone oder zwischen seinen einzelnen Lagen sitzen. Erhitzt man einen dieser Krystalle in einer Glasröhre, so schwitzt er Wasser aus und wird ganz undurchsichtig und zerreiblich. Legt man ihn nun aber gleich wieder in Wasser, so wird er auch wohl wieder durchsichtig und fest. Lässt man ihn indessen zu lange in einer sehr grossen Quantität Wasser liegen, so löst er sich — zumal wenn man ihn gepulvert hat — ganz auf.

Durch diesen Versuch lernt man den eben beschriebenen Wirkungskreis des Wassers ziemlich genau kennen. Denn durch den Einfluss des Wassers entstanden zuerst die Massetheile des Gypses; durch seine Hülfe verbanden sich ferner diese Massetheile zu Krystallen; durch seine Macht endlich wurden aber diese Krystalle wieder aufgelöst.

2) Thon besteht aus kieselsaurer Thonerde und Wasser. Uebergiesst man gut ausgetrockneten harten Thon mit Wasser, so zertheilt er sich zu Staubtheilen, welche dann im Wassser fein zertheilt umherschwimmen und mit demselben sogenannten Schlamm bilden. In diesem Falle hebt also das Wasser den Zusammenhalt der Massetheile auf. Erhitzt man nun aber diesen Schlamm wieder so lange, bis er wieder fest geworden ist, so scheint das ihn schlämmende Wasser vollständig ausgetrieben zu sein. Dem ist aber nicht so; denn wenn man solchen ganz ausgetrockneten Thon in einer Glasröhre recht stark erhitzt, so schwitzt er noch einmal Wasser aus. Dieses letzte Wasser nun gehört zu einem chemischen Bestande.

3) Erhitzt man einen Krystall von Alaun oder Glaubersalz auf einer glühenden Kohle, so entwickelt er viel Wasser und schmilzt zugleich in demselben zu einer amorphen Masse. In diesem Falle bildet also das Wasser einen chemischen Bestandtheil, zugleich aber auch das Constitutionsmittel des Krystalles. Wird dasselbe durch Hitze ausgetrieben, so wirkt es unter Hülfe des letzteren im Augenblicke seines Entweichens mechanisch auflösend. — Legt man aber einen Krystall von Glaubersalz, Soda oder Natronsalpeter an feuchte Luft, so saugt er zu seinem schon vorhandenen Krystallisationswasser mechanisch noch mehr Feuchtigkeit an, welche sich nun zwischen seine kleinsten Massetheilchen einzwängt und dieselben aus ihrem Zusammenhalte treibt, so dass der Krystall undurchsichtig wird und allmählig zu Pulver zerfällt. Solches mechanisch angesogene Wasser, welches einen Krystall zu einer pulverigen Masse zerkleinert, ohne jedoch diese Pulvertheile aufzulösen, nennt man Verwitterungswasser. — Anders ist es mit der Pottasche, Kalisalpeter oder Kochsalz. Legt man Krystalle

dieser Salze an feuchte Luft, so zerfliessen sie. In diesem Falle wirkt also das mechanisch angesogene Wasser auflösend.

4) Noch anders zeigt sich das Wasser inden salpeter- und oxalsauren Salzen. Denn erhitzt man diese Salze auf glühenden Kohlen, so schmelzen sie ebenfalls zuerst, dann aber zersetzen sich unter Umherspritzen die salpetersauren Salze, während die oxalsauren in kohlensaure Salze umgewandelt werden. Die Salpetersäure nämlich besteht aus Stickstoff und Sauerstoff, zweien Luftarten, deren innige Verbindung nur durch Zutritt von Wasser bewirkt wird, und welche darum dieselbe aufgeben, sobald das sie fest zusammenhaltende Wasser ausgetrieben wird. Die Oxalsäure dagegen ist eine Verbindung von Kohlensäure und Kohlenoxydgas, also ebenfalls zweien gasförmigen Körpern, deren Verbindung nur durch das Wasser zusammengehalten wird. Wird nun dieses, gewissermassen den Kitt bildende, Wasser ausgetrieben, so zerfällt die Verbindung: das Kohlenoxydgas entweicht mit dem Wasser und die Kohlensäure verbindet sich mit der freiwerdenden Basis des Salzes. — In diesen Fällen bildet also das Wasser nicht blos das vermittelnde, sondern auch das die Verbindung zusammenhaltende Mittel.

5) Eisenoxydul sieht blauschwarz aus, verbindet es sich mit Wasser, so wird es weiss und zu Eisenoxydulhydrat. Zieht nun dieses Sauerstoff an sich, so wird es zuerst schmutzig gelbgrün, dann ockergelb, also Eisenoxydhydrat. Erhitzt man das letztere in einer Glasröhre, so schwitzt es Wasser aus und wird kirschroth, also zu reinem Eisenoxyd. — In diesem Falle bedingt demnach das Wasser die Farbe eines Minerales; zugleich aber auch die Krystallisationsform desselben.

6) Die Erfahrung lehrt, dass namentlich Oligoklas und Labrador durch Aufnahme von Kohlensäure haltigem Wassers eines Theiles ihrer kieselsauren Alkalien beraubt und an deren Stelle dann mit einem Quantum Wasser versorgt werden, so dass sie hierdurch in Zeolithe — in Natrolith, Skolezit oder Mesolith — umgewandelt werden. In diesem Falle leitet demnach das Wasser zuerst durch den in ihm enthaltenen Umwandlungsstoff die Umwandlung eines Minerales ein, dann aber bildet es selbst einen Stellvertreter für die durch seine Kohlensäure ausgetriebenen Mineralbestandtheile.

7) Je nach ihrem Verhalten zum Wasser und den in demselben vorhandenen Lösungsmitteln zerfallen der Erfahrung gemäss die Mineralien in folgende Gruppen:

a. In reinem Wasser lösliche:

α. sehr leicht lösliche,

1) an feuchter Luft schon zerfliessende: Eis, Kochsalz, Potasche, Kalisalpeter, Kieserit, Tachhydrit;

2) an der Luft mehlig werdende: Soda, Natron- und Kalksalpeter, Salmiak, Kupfervitriol, Eisenvitriol;

β. leicht lösliche: Glaubersalz, Bittersalz, Trona, Magnesiasalpeter, Alaun, Tinkal, Mascagnin etc.

Ueberhaupt gehören zu den in reinem Wasser leicht oder sehr leicht löslichen Mineralien die kohlen-, salpeter-, schwefelsauren Salze und Chloride der Alkalien. Unter den Salzen der alkalischen Erden aber gehören nur hierher die Nitrate, sowie die Chloride und ausserdem die schwefelsaure Magnesia. Unter den Schwermetallsalzen endlich sind hierher zu rechnen: alle Nitrate, und die Sulfate des Eisenoxyduls, Zinkoxyds, Kupferoxydes;

γ. schwer und nur in vielem Wasser lösliche: Gyps, sowie auch der Fluorit, welcher sich indessen nur in heissem Wasser unter starkem Drucke löst.

b. In Kohlensäure haltigem Wasser lösliche:

1) In schwachsaurem Wasser, sowie es von der Oberfläche der Erde in Felsritzen einsintert: Die Carbonate der Alkalien, alkalischen Erden und Schwermetalle. Unter ihnen jedoch erscheint das Magnesia- und Eisencarbonat nur schwer löslich.

2) In stark saurem Wasser oder in schwach saurem bei langem Stehen oder starkem Drucke: Die kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden, auch das kieselsaure Eisen- und Manganoxydul, ferner die Phosphate aller Basen, endlich das Fluorcalcium.

c. In Salze (namentlich Carbonate und Chloride der Alkalien-) haltigem Wasser: alle die unter b. 2. genannten, ferner die amorphe Kieselsäure (Opal), endlich auch die Sulfate der Baryt- und Strontianerde. In der Regel erfolgt aber namentlich bei der Lösung der Sulfate, Phosphate, Fluoride und Chloride durch Alkalisilicate ein Austausch der Säuren.

Aus allem bis jetzt Mitgetheilten geht also hervor, dass das Wasser in der Bildungsgeschichte der Mineralien im Allgemeinen hauptsächlich einen dreifachen Geschäftskreis zeigt, nämlich einen einfach chemischen, einen einfach mechanischen und einen mechanischchemischen.

I. Die chemische Wirksamkeit des Wassers besteht darin, dass es

a. die chemische Verbindung von mineralbildenden Substanzen vermittelt, indem es

α. entweder durch einfache Auflösung derselben

1) die innige Berührung ihrer kleinsten Theile und in Folge davon ihre chemische Verbindung, und dann weiter

2) die normale Aggregation der entstandenen Massetheile zu Krystallen herbeiführt, ohne selbst mit in diese Verbindung einzugehen;

β. oder selbst sich mit den in ihm aufgelösten Substanzen verbindet und diese hierdurch nöthigt,

1) entweder sich auch unter einander zu verbinden (z. B. die Kohlensäure und das Kohlenoxydgas zu Oxalsäure), oder

2) wenn sie sich schon verbunden haben, eine bestimmte Krystallform zusammenzusetzen (z. B. Gyps);

b. in die chemische Verbindung von Mineralsubstanzen eingeht,

α. sei es nun, dass es an die Stelle eines aus diesen Substanzen verschwundenen Bestandtheiles (Base, Säure oder auch Salzes) tritt (z. B. in den zeolithischen Mineralien);

β. sei es, dass es mit einer Säure (z. B. Kohlensäure) verbunden, gewissermassen als Salz, mit einem andern Salze in Verbindung tritt (z. B. mit kohlensaurem Kalk).

II. Die mechanische Wirksamkeit des Wassers dagegen besteht darin, dass es

a. ganze Mineralkörper oder einzelne Bestandtheile derselben einfach auflöst, sie aus ihrem bisherigen Verbande fortfluthet und

α. entweder in die Masse anderer Mineralien einschiebt, so dass diese dadurch verändert wird,

1) sei es nun, dass es dafür aus dieser Masse wieder andere, in ihr schon vorhandene, Bestandtheile auslaugt, oder

2) nur Bestandtheile zuführt, ohne welche dafür zu nehmen;

β. oder sie als selbstständige Mineralmassen irgendwo absetzt, ohne sich selbst mit ihnen zu verbinden;

1) entweder jedes für sich allein, oder

2) in mechanischer oder chemischer Verbindung unter einander;

b. sich zwischen die Massetheile eines Minerales einzwängt und diese dadurch so auseinandertreibt, dass sie ihren Zusammenhalt verlieren, so dass sie nun das Wasser

α. entweder in Schlamm umwandeln

β. oder als Sand und Gerölle

fortfluthen kann.

III. Zwischen der chemischen und mechanischen Wirksamkeit des Wassers liegt noch eine Mittelthätigkeit, welche darin besteht, dass sich das Wasser mit einer Mineralsubstanz in der Weise verbindet, dass es wohl die physicalischen und auch wohl morphologischen Eigenschaften (z. B. Härte, Gewicht, Glanz, Farbe und Gestalt), aber nicht die chemische Beschaffenheit derselben (z. B. Verhalten gegen Reagentien) verändert. Diese Art der Wirksamkeit des Wassers nennt man die Hydratisirung z. B. der Metalloxyde und mehrerer Salze — z. B. des Anhydrites.

§. 13. Soviel über den Wirkungsgang des Wassers bei der Bildung und Umwandlung der Mineralien. Im Haushalte der Natur lässt sich

freilich derselbe nicht so streng gliedern, wie es im Vorstehenden geschehen ist: da greift oft eine Thätigkeit in die andere ein; da wirkt oft das Wasser fast zu gleicher Zeit mechanisch und chemisch; da ändern häufig Nebenumstände die eine Art der Thätigkeit in die andere um. Indessen lässt sich doch der Gang aller dieser Thätigkeiten bei der Umwandlung der Mineralien im Allgemeinen etwa in folgender Weise verfolgen:

Ist durch die Temperatur oder sonst eine zwängende Ursache die Cohärenz eines Minerales gelockert und die Blätterspaltung des Krystalles geöffnet worden, dann beginnt auch schon die Thätigkeit des Wassers. Zunächst wirkt es nur mechanisch. Es zieht sich in die geöffneten Krystallspalten, bis es dieselben ganz ausgefüllt hat. Nun durch die Wärme angeregt wandelt sich das tief im Innern des Krystallkörpers befindliche Wasser in Dampf um und will als solcher einen grösseren Raum einnehmen. Da ihm aber dies die starren Mineraltheile nicht gestatten, so zwängt es dieselben gewaltsam auseinander, so dass nun einerseits die vorher nicht bemerkbaren Haarspalten weiter und selbst dem blossen Auge sichtbar werden und andererseits diese Spalten nach allen Richtungen hin tiefer in die Masse des Minerales eindringen. — Jetzt aber beginnt auch, wenigstens mittelbar, seine chemische Wirksamkeit. Denn das nun von Aussen her in die, nach allen Richtungen den Krystall durchziehenden, Spalten einsinternde Wasser führt gar mancherlei umwandelnde Stoffe mit sich in diese Spalten, welche den chemischen Bestand der von dem Wasser angefeuchteten Mineralmasse angreifen und theilweise in lösbare Salze umwandeln. Aber kaum sind diese entstanden, so laugt sie auch dasselbe Wasser, welches die ersten Umwandlungsstoffe in das Steininnere geführt hat, aus und fluthet sie fort, um sie vielleicht in einer andern, schon angeätzten Spalte desselben Mineralkörpers wieder zur weiteren Zersetzung dieses Körpers zu benutzen oder auch als untauglichen, die weitere Zersetzung hindernden, Schutt ganz aus dem in der Zersetzung begriffenen Krystalle zu entfernen.

So spielt also in chemischer Beziehung allein schon das Wasser eine dreifache Rolle. Zunächst befeuchtet es die Mineralmasse und macht sie dadurch geschickt, dass namentlich die gasförmigen Umwandlungsstoffe an ihr dauernd haften können: sodann führt es diese Umwandlungsstoffe in das Innere des umzuwandelnden Minerales und bringt sie mit dessen Theilen in die innigste Berührung, und endlich löst es zugleich die von diesen Umwandlern geschaffenen Stoffe wieder in sich auf und laugt sie aus oder setzt sie auch wohl bei seiner Verdunstung als zarte Krystallamellen im Innern der Steinplatten ab.

Und so wirkt es nicht blos im Innern der Erdrinde, sondern auch an der Oberfläche dieser letztern, aber freilich in ihrem Innern immer stärker, als an ihrer Oberfläche, weil es dort länger haften kann und nicht so leicht von der Temperatur und den Strömungen der Atmosphäre zur Verdunstung gereizt wird.

Indessen nicht blos vermittelnd, sondern auch selbstständig für sich allein greift das Wasser, wie oben schon angedeutet worden ist, den Körper vieler Mineralien an und löst ihn entweder auf, ohne ihn weiter umzuwandeln, wie wir z. B. am Steinsalz, Glaubersalz, Gyps etc. sehen —, oder verändert ihn so, dass er dadurch zu einer neuen Mineralspecies wird, wie wir z. B. am Eisenoxydul, welches durch das Wasser zu Eisenoxydhydrat, am Anhydrit, welcher durch Aufnahme von Wasser zu Gyps wird, und an den Zeolithen bemerken, welche durch das Wasser veränderte Feldspathe sind.

Kurz die Thätigkeit und Hülfe des Wassers bei der Umwandlung der Mineralien ist eine unendliche und nie aufhörende. Ja man kann behaupten, dass ohne Hülfe dieses vielverbreiteten Stoffes überhaupt gar keine Mineralzersetzung möglich ist, indem alle diejenigen Agentien, welche zersetzend auf eine Mineralsubstanz einwirken sollen, erst zur vollen Thätigkeit gelangen, wenn entweder sie selbst oder doch die von ihnen anzugreifenden Minerale vom Wasser gelöst worden sind. Vor allen gilt dies von den gasförmigen Umwandlungsstoffen — so namentlich vom Sauerstoff und von der Kohlensäure; — denn diese können bei gewöhnlicher Temperatur nur dann an einer Mineralfläche haften, wenn entweder diese letztere erst vom Wasser angefeuchtet worden oder sie selbst mit Wasserdunst verbunden sind.

b. Allgemeine Umwandlungsmittel.

§. 14. Schon in demselben Augenblicke, in welchem die im Vorigen kurz beschriebenen Anregungsmittel die Masse eines Minerales zur Aufnahme von fremdartigen Stoffen vorbereiten, treten auch diese letzteren selbst in Thätigkeit, sobald die von ihnen berührte Mineralsubstanz, Verbindungsneigung besitzt. Obgleich es nun eine grosse Zahl von chemischen Agentien giebt, welche unter günstigen Verhältnissen auf ein Mineral umwandelnd einwirken können, so dürfen hier, wo nur im Allgemeinen von den Umwandlungen eines Minerales die Rede ist, doch eben nur diejenigen Agentien erwähnt werden, welche sich überall und immer thätig zeigen, und nicht blos unmittelbar selbst die meisten Veränderungen im Mineralreiche hervorbringen, sondern auch mittelbar dadurch den Stoffwechsel in dem Reiche der Mineralien hervorrufen und unterhalten, dass sie erst auch die meisten anderen Umwandlungsagentien schaffen, durch welche die von ihnen selbst eingeleiteten Mineralumwandlungen weiter fortgeführt werden.

Zu diesen Universalumwandlern aber gehören nur: der Sauerstoff (O), der Schwefel (S) mit dem Schwefelwasserstoff (SH) und die Kohlensäure ($\ddot{C}$ oder CO^2), sowie diejenigen Salze, welche im Wasser löslich sind und noch nicht diejenigen Säuren besitzen, zu denen ihre Basen die engste Affinität haben.

Diese ebengenannten Universal-Umwandlungsagentien wirken nun entweder für sich und unabhängig von den anderen oder sie unterstützen sich gegenseitig, indem die einen die umzuwandelnden Stoffe für die Verbindung mit den andern vorbereiten, oder sie handeln einander gewissermassen feindlich entgegen, indem die einen das Umwandlungswerk der anderen wieder zerstören. Im Allgemeinen jedoch kann man aussprechen, dass der Sauerstoff und die Kohlensäure im Verbande mit dem Wasser zunächst die Mittel sind, durch welche die Natur aus den mit der Luft in Berührung stehenden Massen eines Minerales die Substanzen schafft, mittelst deren im Innern dieser Mineralien der Stoffwechsel herbeigeführt werden soll. Es ist in dieser Beziehung überhaupt folgendes über das Wirken der einzelnen dieser Agentien zu bemerken.

1. Sauerstoff.

§. 15. Der Sauerstoff (O), welcher überall zu finden ist, wo sich atmosphärische Luft befindet und Pflanzen im normalen Lebensprocesse athmen, wandelt reine Metalle in Oxyde, niedere Oxyde in höhere, Schwefelmetalle in schwefelsaure Salze, Arsenmetalle in arsensaure Salze um und schafft hierdurch nicht blos neue selbstständige Mineralarten, sondern auch das Material, aus welchem erst die Säuren neue Mineralien erzeugen. Er greift indessen nur die schwermetallischen Bestandtheile der Mineralien an, da die leichtmetallischen (Alkalien, alkalische Erden und Erden) in den Mineralien schon von Natur mit soviel Sauerstoff verbunden vorkommen, als sie unter den gewöhnlichen Verhältnissen überhaupt anziehen können.

Unter den reinen Metallen vermag er unmittelbar auch nur die sogenannten gemeinen, wie Eisen, Wismuth, Blei und Kupfer, zu oxydiren, wenn dieselben vorher durch irgend eine Säure — z. B. Kohlensäure — oder auch durch erhöhte Temperatur zur Festhaltung des Sauerstoffs angeregt worden sind. Und unter den Oxyden sind es namentlich die Protoxyde des Eisens und Mangans, welche er in Sesquioxyde oder auch, wie das Sesquioxyd des Mangans, in Superoxyde umwandelt; ja die Sesquioxyde des Antimons, Chroms, Titans und Zinns vermag er sogar — zumal in Gegenwart von starken Basen, welche nach Säuren begierig sind, — in Säuren umzuwandeln. Indessen alle diese Oxydationsstufen erscheinen mit Wasser verbunden, also als Hydrate, wenn sie unter Hülfe von wässerigen Säuren oder bei gewöhnlicher Temperatur hervorgerufen worden sind, und nur die bei hohen Temperaturen hervorgebrachten sind wasserlos. Es können jedoch auch die Hydrate durch hohe Temperaturen, oder durch andere Mineralsubstanzen, welche sehr begierig nach Wasser sind (— z. B. durch Thon, welcher dem Austrocknungspunkt nahe ist —) noch entwässert und zu wasserlosen Oxyden umgewandelt werden.

Wie mit den reinen Metallen, so ist es auch mit den Schwefel-

metallen. Unter diesen vermag der Sauerstoff auch nur diejenigen zu oxydiren und in schwefelsaure Salze umzuwandeln, deren Metalle unter den gewöhnlichen Verhältnissen sich zu basischen Oxyden umwandeln lassen. Diejenigen dagegen, deren Metalle, wie das Silber und Quecksilber, bei gewöhnlicher Temperatur nur eine sehr schwache Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen, werden durch den letzteren gar nicht angegriffen, und diejenigen, deren metallische Bestandtheile selbst durch Oxydation gleich in Säuren umgewandelt werden, wie z. B. das Arsen, bilden mit dem Sauerstoff zwei, sich nicht mit einander verbindende, Säuren, z. B. das Schwefelarsen, Schwefelsäure und Arsensäure, von denen jede nun für sich mit den in ihrer Umgebung vorkommenden basischen Oxyden neue Verbindungen eingeht. Diese können also nicht als selbstständige Vitriole auftreten und geben bei ihrer Oxydation stets freie Schwefelsäure. Das letztere ist aber auch der Fall bei der Oxydation derjenigen Schwefelmetalle, welche mehr Schwefel enthalten, als das aus ihnen entstehende basische Oxyd Schwefelsäure zu seiner Sättigung bedarf, z. B. beim Schwefeleisen $(\overset{\prime\prime}{Fe})$, welches daher bei seiner Oxydation stets neben schwefelsaurem Eisenoxydul auch freie Schwefelsäure giebt.

Aehnlich wie mit den Schwefelmetallen ist es mit den Arsenmetallen. Enthalten diese ein leicht oxydirbares Metall, z. B. Eisen, Nickel oder Kobalt, so werden sie durch den zutretenden Sauerstoff in arsensaure Metalloxyde (z. B. arsensaures Eisenoxydul, Nickeloxydul, Kobaltoxydul) umgewandelt und besitzen diese Arsenmetalle mehr Arsen als das bei ihrer Oxydation entstehende basische Metalloxyd Arsensäure zu seiner Sättigung bedarf, so entsteht neben dem arsensaurem Salze noch freie Arsensäure, welche sich nun mit irgend einer andern starken Basis (z. B. mit Calciumoxyde zu verbinden sucht (z. B. zu arsensaurem Kalk oder Pharmakolith).

In allen bis jetzt angegebenen Fällen erscheint der Sauerstoff als der Schöpfer des Materials zur Bildung von Salzen. Es kommt aber auch vor, dass er durch Umwandlung von Manganoxydul in Sesquioxyd Salze zersetzt. Dies ist der Fall bei vielen kohlensauren Schwermetallsalzen, weil die schwache Kohlensäure sich nur mit den starkbasischen Monoxyden, nicht aber mit den schwachbasischen Sesquioxyden verbinden kann. Wird daher das Monoxyd eines Carbonates zu Sesquioxyd, so entweicht die bisher mit ihm verbundene Kohlensäure, so dass nur das Sesquioxyd noch übrig bleibt. Auf diese Weise wird z. B. aus dem Eisenspath Brauneisenstein. Besteht nun ein Mineral aus einer Verbindung z. B. von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Eisenoxydul, so wird es durch die höhere Oxydation des letzteren in der Weise zersetzt, dass nur noch ein mechanisches Gemenge von kohlensaurem Kalk und Eisenocker oder auch Eisenglanz übrig bleibt. Das kohlensaure Manganoxydul macht indessen hiervon insofern eine Ausnahme, als es aus seiner kohlensauren Lösung erst dann zu Manganit wird, wenn

es sein kohlensaures Lösungswasser durch den Verdampfungsprocess verloren hat.

Dem Wirken des Sauerstoffs hinderlich, ja feindselig gegenüber stehen alle absterbenden oder in Zersetzung begriffenen, an Kohlenstoff sehr reichen, organischen Substanzen, sobald sie unter Luftabschluss mit den Sauerstoffverbindungen in enge Berührung kommen. Denn diese Substanzen, welche selbst die grösste Verbindungssucht zum Sauerstoff haben, ziehen ihn aus allen seinen anorganischen Verbindungen heraus, wirken also desoxydirend oder reducirend, und wandeln auf diese Weise die schwefel-, arsen- und antimonsauren Salze in Schwefel-, Arsen- und Antimonmetalle, die Oxyde des Kupfers, Quecksilbers, Silbers in reine Metalle und die schwachbasischen Sesquioxyde des Eisens und Mangans in Oxydule oder in Oxyduloxyde um. Ja diese Fäulnissstoffe vermögen sogar reine Metalle, die von ihnen umgeben werden, dadurch, dass sie selbst allen Sauerstoff an sich ziehen, gegen die Oxydation zu schützen.

2. Der Schwefel.

§. 16. Der Schwefel (S), ein Zersetzungsproduct des Schwefelwasserstoffs und daher überall, wo stickstoffhaltige Organismenreste sich zersetzen, verhält sich in mancher Beziehung wie der Sauerstoff. Er verbindet sich in denselben Aequivalentenmengen wie dieser letztere mit den Metallen und bildet mit denselben Schwefelmetalle (Sulfurete), welche ihren Schwefelmengen nach den verschiedenen Oxydationen derselben ganz analog sind. Ebenso vermag er mit denselben Gewichtsmengen, grade wie der Sauerstoff, manche der Metalle sowohl in basische wie auch in saure Oxyde (Sulfobasen und Sulfosäuren) umzuwandeln, deren Verbindungen untereinander die sogenannten Sulfosalze darstellen und den entsprechenden Sauerstoffsalzen dieser Metalle ganz analog erscheinen. Recht deutlich springt dies bei dem antimonsauren Kali ($SbO^5 + KO$) hervor; denn ersetzt man den O. in diesem Salze durch S., so erhält man Schwefelantimon-Schwefelkalium ($SbS^5 + KS$), ein Sulfosalz, in welchem genau soviel Theile Schwefel auftreten, als in dem entsprechenden Sauerstoffsalze Sauerstoffmengen vorhanden waren. Ebendieselben Resultate wird man erhalten, wenn man antimonsaures Bleioxyd ($SbO^3 + PbO$) in ein Sulfosalz umwandelt; denn in diesem wird man $SbS^3 + PbS$ finden. In dem Gebiete der Erze treten diese Sulfosalze sehr oft auf, wie das Rothgültigerz, der Bournonit, Zinkenit, Plagionit u. a. deutlich beweisen. Der Schwefel kann also in vieler Beziehung — selbst in seinen Verbindungen mit nichtmetallischen Elementen — den Sauerstoff vertreten, wie auch umgekehrt das letztgenannte Element den Schwefel in seinen Verbindungen ersetzt, wenn es z. B. Schwefelmetalle in Oxyde umwandelt; denn es treten dann in den

letzteren ebensoviel Mengen Sauerstoff auf, als vorher Schwefel vorhanden war. Der Schwefel kann nun andere Elemente in Schwefelkörper oder Sulfurete (Sulfide) umwandeln, entweder dadurch, dass er als reines Element sich mit ihnen verbindet, oder dass er als Schwefelwasserstoff mit ihnen in Berührung tritt. Im reinen Zustande kann er nur dann andere Körper in Sulfurete umwandeln, wenn er mit ihnen unter Mitwirkung hoher Hitzegrade im höchst fein zertheilten Zustande, sei es als Schmelz oder als Dampf, in innige Berührung tritt. Im Inneren der Vulcanenkrater oder des Erdkörpers ist dies wohl der Fall. Wenn sich aber Sulfurete in den oberen von uns zugänglichen Räumen der Erdrinde gebildet haben oder noch bilden, dann kann der reine Schwefel nicht wohl die Ursache ihrer Bildung sein; denn in diesen Räumen herrscht, soweit sie dem Menschen nur zugänglich sein können, nirgends ein Temperaturgrad, bei welchem der Schwefel schmelzen oder gar dampfförmig werden oder auch nur sich als Dampf erhalten könnte, da bekanntlich der Schwefel bei 112° C. schmilzt, aber erst bei 420° C. zu sieden und dampfförmig zu werden beginnt. Ausserdem möchte aber auch wohl zu berücksichtigen sein, dass wohl in allen diesen Räumen der oberen Erdrinde sich atmosphärische Luft, folglich auch Sauerstoff, befindet, welcher sich aber schon bei 260° mit dem Schwefel zu schwefeliger Säure verbindet. Finden sich aber nun demungeachtet Schwefelmetalle in diesen uns zugänglichen Räumen, so sind wir genöthigt anzunehmen, dass dieselben entweder fix und fertig als Dämpfe aus dem Erdinnern emporgestiegen sind und sich erst in den oberen kälteren Räumen verdichtet haben, oder dass sie unter dem Einflusse eines anderen Schwefel spendenden Agens entstanden sind. Für die erstere Ansicht spricht allerdings das Zunehmen der Schwefelmetalle nach den Tiefen der bis jetzt geöffneten Erzlagerstätten hin. Aber zugleich drängen sich hierbei die Fragen auf: warum bemerkt man jetzt keine solchen dampfförmigen Schwefelmetalle mehr in den Erzgängen, selbst nicht in den tiefsten Orten derselben, oder sollten sich ihre Zuleitungscanäle nach unten so stark verstopft haben, dass selbst die seit Jahrtausenden sich etwa angesammelt habenden Schwefelmetalldämpfe vermöge ihrer Expansivkraft sie nicht wieder öffnen konnten? Warum sind dieselben nicht in schwefelsaure Salze umgewandelt worden, da sie doch einerseits bei ihrer Verdichtung soviel Wärme frei lassen mussten, dass sie von dem in ihren Ablagerungsstätten vorhandenen Sauerstoff leicht oxydirt werden konnten — und dass derselbe vorhanden war, dafür sprechen die treuen Begleiter dieser Schwefelmetalle, der Eisenspath, Kalkspath und vor allen der schwefelsaure Baryt?

Berücksichtigt man diese Zweifelfragen, so kommt man unwillkürlich darauf, dass die in den zugänglichen Räumen der Erdrinde vorhandenen Schwefelmetalle wohl meistens durch ein anderes Schwefel spendendes Mittel, als durch reine, von unten aufsteigende Schwefeldämpfe gebildet worden

sein mögen. Und dieser Mittel giebt es in der That zweierlei: Schwefelwasserstoff und faulige Organismenreste; denn der erstere vermag nicht blos aus in Lösung befindlichen Metallsalzen, sondern auch aus festen Metallen Schwefelmetalle zu schaffen und die zweiten wirken auf doppelte Weise: Einmal spenden sie Schwefelwasserstoff und dann entziehen sie, wie wir beim Sauerstoff schon gezeigt haben, bei Abschluss von Luft den mit ihnen in Berührung kommenden schwefelsauren Metallsalzen den Sauerstoff und wandeln sie dadurch in Schwefelmetalle um.

Alle stickstoffhaltigen Organismenreste, sei es von Thieren oder Pflanzen, entwickeln bei ihrer Fäulniss oder Verwesung Ammoniak und Schwefelwasserstoffgas, wie man an dem hässlichen Fauleiergeruch in ihrer nächsten Umgebung bemerken kann. Die auf der ganzen Erdoberfläche sich ausbreitende Decke von Pflanzen sammt den mit ihr in Verbindung stehenden Schaaren von Thieren liefert auf diese Weise in ihren absterbenden Körpern eine nimmer versiegende und überall sprudelnde Quelle dieses Gases. Dasselbe wird aber gleich nach seiner Entstehung von der Feuchtigkeit der Luft und noch mehr von dem Wasser des Bodens sehr begierig aufgesogen und hierdurch abwärts den festen Theilen der Erdrinde zugeleitet. Gelangt es nun auf diesem Zuge in Spalten, in denen sich reine Metalle oder Metallsalze, sei es in festem oder gelöstem Zustande, befinden, so werden sie durch den Schwefelwasserstoff in Schwefelmetalle umgewandelt.

Versuch: Man kann diese Wirkungsweise des Schwefelwasserstoffs sehr schön beobachten, wenn man in ein weithalsiges Glas eine todte Maus oder sonst ein todtes Thier oder auch ein Stück Fleisch legt und mit etwas Wasser übergiesst, dann an seiner Mündung mit einem gutschliessenden, aber durchbohrten, Stöpsel verschliesst und von diesem aus eine zweischenkelige Gasleitungsröhre in eine zweihalsige Wulfische Flasche, welche zur Hälfte mit sehr wässeriger Salzsäure gefüllt ist, so leitet, dass der in diese Flasche tauchende Röhrenschenkel tief in die Flüssigkeit reicht (um das sich entwickelnde Ammoniak vom Schwefelwasserstoff zu entfernen); endlich aber durch die zweite Mündung dieser Flasche eine andere zweischenkelige Glasröhre in eine grosse Bouteille leitet, welche ganz mit einer sehr verdünnten Lösung von essigsaurem oder salpetersaurem Bleioxyd gefüllt ist, und in welche einige eckige Stücke Quarz gelegt werden. Lässt man diesen Apparat so lange in einem dunklen Raume stehen, bis sich aus dem todten Thiere kein Schwefelwasserstoff mehr entwickelt — vielleicht ein Vierteljahr, — so wird man nach behutsamen Zerschlagen der Flasche an den in ihr liegenden Quarzstückchen sehr zierliche Würfelchen von Bleiglanz bemerken.

Aus einer verdünnten Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd erhält man ebenfalls recht hübsche Kupferglanzkrystalle.

Denkt man sich statt des eben beschriebenen Apparates eine tief in

die Erdrinde einschneidende Spalte, welche ganz oder zum Theil mit einer recht wässerigen Lösung von irgend welchen Metallsalzen gefüllt ist und in welche von oben oder von den Seiten her Schwefelwasserstoffwasser einrieselt, so werden sich aus der Lösung in dieser Spalte ebenfalls krystallinische Schwefelmetalle bilden, welche sich an den Wänden, vorzugsweise aber wegen ihrer Schwere in grösserer Menge in den tieferen Theilen der Gangspalte absetzen. Hierdurch liesse sich also auch erklären, warum grade die Menge der Schwefelmetalle in der Tiefe eines Erzganges zunimmt.

Wie in dem eben beschriebenen Falle die fauligen Organismenreste durch ihre Entwickelung von Schwefelwasserstoff zur Bildung von Schwefelmetallen beitragen, so thun sie dies auch durch ihre Desoxydationskraft. Füllt man den, von seinen Eingeweiden gereinigten, Körper eines kleinen Fisches oder einer Eidechse mit zermalmten Kupfervitriol, steckt ihn in ein grosses Glas, giesst dann das letztere voll thonigschlammigen Wassers und lässt es ruhig an einem dunklen, kühlen Orte — (z. B. in einem Keller) — ein halbes Jahr lang stehen, so wird man an den Wänden der Bauchhöhlung des todten Thieres eine zarte, aber deutliche, krystallinische Decke von Kupferglanz finden. Und wie in diesem Falle, so werden faulige Organismenreste stets schwefelsaure Metallsalze desoxydiren und in Schwefelmetalle umwandeln, sobald sie an luftverschlossenen Orten — z. B. unter schlammigem Wasser — mit diesen Salzen in dauernde Berührung kommen. Dass auf diese Weise z. B. die schönen Kupferglanz- und Kupferkiesüberzüge auf den sogenannten Fischabdrücken im bituminösen Mergelschiefer aus Kupfervitriollösungen und ebenso die Eisenkiesüberzüge auf Holz oder in Schneckengehäusen aus Eisenvitriollösungen entstanden sind, und dass überhaupt diese ganze Schwefelmetallbildung aus schwefelsauren Metalloxyden durch die grosse Gier des Kohlenstoffs in den Organismenresten nach Sauerstoff hervorgerufen wird, ist wohl nach dem oben Mitgetheilten klar.

Endlich möge hier noch die Thatsache eine Erwähnung finden, dass Schwermetalloxyde — z. B. Zink-, Kupfer-, Bleioxyd u. a. — auch noch dadurch in Schwefelmetalle umgewandelt werden, wenn sie mit Lösungen von Schwefellebern (Schwefelkalium, Schwefelnatrium, Schwefelbaryum oder Schwefelcalcium) in innige Berührung kommen. Ja es können durch diese Schwefellebern sogar die kohlensauren Salze der Schwermetalle in der Weise zersetzt werden, dass einerseits Schwefelmetalle, andererseits kohlensaure Alkalien oder kohlensaure alkalische Erden entstehen. Diese Art von Schwefelmetallbildung kommt hauptsächlich da vor, wo warme Quellen, welche Schwefelkalium oder Schwefelcalcium enthalten, in Erdrindespalten mit Metalloxyden in Berührung kommen. Indessen habe ich auch einen Fall der Art in dem Stinkkalke der Zechsteinformation Thüringens beobachtet, welcher mir der Erwähnung werth erscheint. In

diesem ganz von Bitumen durchdrungenem Kalksteine nemlich finden sich zahlreiche Muscheln, deren Inneres mit Schwefelcalcium ausgefüllt ist, während ihre Schale äusserlich mit einer Rinde von Kupferlasur bedeckt erscheint. Unter diesen Muscheln kommen aber auch viele vor, welche zerbrochen erscheinen und dann in ihrem Innern stets Kupferglanz und Kalkspath — zwei Mineralien, welche offenbar aus der Einwirkung des Schwefelcalciums in der Muschel auf die Kupferlasur auf derselben entstanden sind — zeigen. — Diese ganze Art von Schwefelmetallbildung wird dadurch hervorgerufen, dass die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden eine viel grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff und zu Säuren, als zum Schwefel haben und dass sie in Folge davon diesen allen Schwermetalloxyden entziehen, welche eine geringere Verwandtschaft zu diesem Elemente, als sie, besitzen, und dafür zum Ersatz ihren Schwefel abtreten.

Dass endlich auch Schwefelmetalle durch den Sauerstoff in schwefelsaure Salze umgewandelt werden können, ist beim Sauerstoff schon erwähnt worden.

3. Die Kohlensäure.

§. 17. Die Kohlensäure ($\ddot{C}$ oder CO^2), welche überall da entsteht, wo Thiere ausathmen, Organismenreste verbrennen, verwesen oder gähren, Vulcane dampfen und kohlensaure Salze durch andere freie Säuren zersetzt werden, also einen ausserordentlich grossen Verbreitungsbezirk besitzt, ist nebst dem Sauerstoffe der wichtigste Umwandlungsstoff der Mineralien, ja in mancher Beziehung sogar wirksamer als dieser. Sie vermag jedoch nur mit Hülfe des Wassers auf ein festes Mineral einzuwirken, weil sie für sich allein als eine schwache, luftförmige Säure nicht innig und dauernd genug an solchen Mineralkörpern haften kann. Aber auch im Verbande mit dem Wasser kann sie sich nur da recht wirksam zeigen, wo sie gegen die Verdunstungspotenzen — Wärme und Luftströmungen — geschützt ist. In diesem Verhalten liegt der Grund,

1) warum Felsmassen, welche gute Wärmehalter oder schlechte Wärmestrahler sind, an ihrer Oberfläche weit länger den Angriffen des kohlensauren Wassers trotzen, als Felsarten, welche gute Wärmeausstrahler sind;

2) warum ferner Mineralmassen, welche eine glatte Oberfläche besitzen, sehr schwer und sehr langsam verwittern, während rauhflächige Felsarten von derselben mineralischen Zusammensetzung viel leichter und schneller zersetzt werden, wie man namentlich an allen Felsflächen bemerken kann, welche mit Schurfflechten bedeckt sind;

3) warum ferner die immer feucht gehaltene Wetterseite einer Felsmasse angeätzt und halb zersetzt erscheint, während die von den trockenen Ostwinden fortwährend berührte Ostseite derselben Felsmasse sich viel länger frisch erhält;

4) warum endlich eine Mineralmasse auf Spalten und Klüften, in denen

das mit Kohlensäure beladene Wasser gegen rasche Verdunstung geschützt ist und folglich dauernder an den Mineraltheilen haften kann, ganz zersetzt erscheint, während sie an ihrer Aussenfläche noch unversehrt ist. Dies Verhalten kann man vorzüglich gut beobachten theils bei Magnesia oder Kalkerde haltigen Mineralmassen — z. B. bei Hornblende-, Augit- oder Serpentingesteinen, — theils bei solchen Schiefergesteinen, deren Schieferlagen mehr oder weniger senkrecht aufgerichtet stehen, so dass alles Meteorwasser von Aussen her in sie eindringen kann; ja schon an einzelnen Krystallen, welche ein blättriges Gefüge besitzen, z. B. an Glimmer- und Hornblendekrystallen — tritt dies, wie oben schon angedeutet worden ist, deutlich hervor. — Ueberhaupt machen sich hier die Gesetze der Capillarität geltend, denen zu Folge eine Flüssigkeit, von welcher die Wände einer Röhre oder Spalte erst einmal befeuchtet worden sind, um so schneller und vollständiger eine solche Spalte durchdringt und um so fester in ihr haftet, je kleiner der Durchmesser derselben ist.

Bei den eben angedeuteten Verhältnissen kommt es nun auch noch auf die Menge der Kohlensäure an, welche in einem gegebenen Quantum Wasser vorhanden ist. Es ist bekannt, dass diese Menge im Allgemeinen einerseits von der Temperatur und andererseits von dem Luftdrucke abhängt. Bei gewöhnlicher Temperatur kann auf diese Weise 1 Volumen Wasser unter einfachem Luftdrucke etwas mehr als 1 Volumen (1,06) Kohlensäure und unter erhöhtem Luftdrucke das 3—5 fache Volumen dieser Säure in sich aufnehmen. Endlich ist auch nicht ausser Acht zu lassen, dass das Wasser die Kohlensäure unter zweierlei Zuständen, nemlich als freie und als halbgebundene in sich enthalten kann, welches ebenfalls von grossem Einflusse auf die Wirksamkeit eines solchen kohlensauren Wassers ist. Wenn nemlich ein mit freier, d. h. mit noch nicht an irgend eine Basis gebundener, Kohlensäure versehenes Wasser mit stark basischen Oxyden (von der Formel RO) oder auch mit einfach kohlensauren Salzen in Berührung kommt, so wandelt es dieselben mittelst seiner freien Kohlensäure in doppelt kohlensaure Salze um, welche sich nun in ihm auflösen und erst dann die vom Wasser zu ihrer Lösung an sie abgegebene Säure wieder frei geben, wenn sie längere Zeit an der Luft liegen und ihr Lösungswasser verdampft. Diese so an Carbonate gebundene und zu ihrer Lösung im Wasser nöthige Kohlensäure nennt man halbgebundene. Während nun die Menge der freien Kohlensäure in einem Wasser abhängig erscheint von der Temperatur und dem Luftdrucke, ist die Menge dieser halbgebundenen Säure unabhängig von den ebengenannten beiden Potenzen und wird in einem Gewässer um so mehr betragen, je mehr es Carbonate in sich aufgelöst enthält. Für die Umwandlung der Mineralien ist dies Verhalten von grosser Wichtigkeit; denn mit den in ihm aufgelösten Carbonaten ver-

mag ein Wasser unter Verhältnissen noch einmal so stark auf zersetzbare Mineralkörper einzuwirken, als mit seiner freien Kohlensäure, einerseits, weil die halbgebundene Kohlensäure nicht so leicht entweichen kann, als die freie, und andererseits, weil die doppeltkohlensauren Salze zum Theil schon durch ihre halbgebundene und dann wieder mit ihrem — ihnen chemisch zugehörigen — Antheil von Kohlensäure auf andere Mineralien zersetzend einwirken können. Doppeltkohlensaurer Kalk vermag z. B. mittelst seiner halbgebundenen Kohlensäure phosphorsaures Kupferoxyd theilweise zu lösen und dann den gelösten Theil mittelst seiner ihm chemisch zugehörigen Kohlensäure in der Weise zu zersetzen, dass phosphorsaurer Kalk und kohlensaures Kupferoxyd entsteht. — Es sind darum die Carbonate gewissermassen Mittel, durch welche die zur Mineralzersetzung nöthige Kohlensäure angesammelt, gegen die Entweichung geschützt und dadurch kräftiger gemacht wird.

Ein mit freier Kohlensäure versehenes Wasser wirkt daher im Anfange immer schwach auf das von ihm angegriffene Mineral; hat es aber erst durch seine Säure sich aus demselben doppeltkohlensaure Salze, namentlich der Alkalien und alkalischen Erden, präparirt, dann wirkt es stark und nachhaltig, indem diese nun theils durch ihre grössere Menge Kohlensäure, theils auch durch ihre Basen auf die Bestandtheile des von ihnen angegriffenen Minerals einwirken können. Wie nun die doppeltkohlensauren Salze überhaupt wirken, werden wir bei der besonderen Betrachtung derselben weiter erfahren.

§. 18. Gehen wir nach diesen Erläuterungen nun zur Untersuchung der Wirkungsweise der Kohlensäure selbst über, so finden wir sie hauptsächlich in viererlei Weise thätig:

1) Sie regt reine Metalle zur Oxydation an. Dies ist nun ganz besonders der Fall bei allen denjenigen Metallen, welche sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerstoffe zu verbinden vermögen, sobald sie nur von einer wässerigen Säure dazu angeregt werden, und dann mit demselben ein stark basisches Monoxyd (RO) bilden, so beim Eisen, Kupfer und Blei. Mit dem so entstandenen Monoxyde verbindet sich alsdann die Kohlensäure zu einem Carbonate. Besitzen aber nun die Basen dieser Carbonate eine sehr starke Verbindungsneigung zum Sauerstoffe und können sie dann weiter mit demselben Sesquioxyde bilden, dann trennt sich die Kohlensäure auch wieder von ihnen, wie wir oben beim Sauerstoffe schon erwähnt haben. Auf diese Weise bildet sich an feuchter Kohlensäure haltiger Luft aus reinem Eisen sehr rasch kohlensaures Eisenmonoxyd und dann aus diesem Eisensesquioxydhydrat.

2) Sie zersetzt mit Hülfe des Wassers alle zusammengesetzten Silicate, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Monoxyde, so namentlich Alkalien, alkalische Erden, Eisen- und Manganoxydul ent-

halten, indem sie die in ihnen enthaltenen Theilsilicate dieser Monoxyde entweder unzersetzt auflöst und auslaugt (so das Kali-, Natron- und Magnesiasilicat), oder erst in Bicarbonate umwandelt und dann sammt ihrer freigewordenen Kieselsäure auflöst und auslaugt (so namentlich das Kalkerde-, Eisen- und Manganoxydulsilicat). — Diese Wirkungsweise wird um so rascher vor sich gehen, je länger kohlensaures Wasser mit einem Silicate in Berührung sein kann. Indessen erscheinen die Erfolge von diesen Angriffen der Kohlensäure auf die Silicate abhängig einerseits von der Sättigung der Basen in denselben mit Kieselsäure und andererseits von der Art der angreifbaren Basen selbst. In Beziehung auf den ersten dieser beiden Punkte gilt nämlich als Thatsache, dass ein multiples Silicat um so schwieriger von der Kohlensäure zersetzt wird, je mehr seine basischen Monoxyde mit Kieselsäure gesättigt sind, dass also demgemäss Trisilicate viel länger den Angriffen der Kohlensäure widerstehen als Monosilicate.

In Beziehung auf die Abhängigkeit der leichteren oder schwereren, schnelleren oder langsameren Zersetzbarkeit eines Silicates von der Art seiner monoxydischen Basen lehrt die Erfahrung folgendes:

1) Silicate, welche unter ihren Monoxyden nur Alkalien enthalten, werden unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur schwierig von dem kohlensauren Wasser in der Weise zersetzt, dass ihre Monoxydsilicate unzersetzt ausgelaugt werden. Unter ihnen erscheinen nun wieder

a. diejenigen, welche nur kieselsaures Kali enthalten (z. B. der Adular-Orthoklas), am schwersten,
b. diejenigen, welche neben kieselsaurem Kali auch kieselsaures Natron enthalten (z. B. der Oligoklas), leichter,
c. diejenigen, welche nur kieselsaures Natron (z. B. der Albit) enthalten, am leichtesten zersetzbar.

Das Natronsilicat erscheint demnach leichter trennbar vom Thonerdesilicate und deshalb auch leichter löslich in kohlensaurem Wasser, als das Kalisilicat. Es scheint, als ob das letztere eine innigere Verbindungsneigung zum Thonerdesilicate habe, wie jedes andere Monoxydsilicat und in Folge davon auch fester mit demselben verbunden sei.

2) Silicate, welche unter ihren Monoxyden neben kieselsauren Alkalien auch kieselsaure alkalische Erden enthalten, werden unter den gewöhnlichen Verhältnissen leichter als jene ersten durch kohlensaures Wasser zerlegt. Unter ihnen erscheinen indessen

a. diejenigen, welche neben Kalisilicat nur Magnesiasilicat enthalten, am schwersten,
b. diejenigen, welche neben Kalisilicat auch Kalksilicat besitzen, leichter,

c. diejenigen, welche Natron- und Kalksilicat enthalten, (z. B. Labrador) am leichtesten zersetzbar.

3) Silicate, welche unter ihren Monoxyden nur Magnesiasilicat besitzen, sind am schwersten bei gewöhnlicher Temperatur durch schwach kohlensaures Wasser zersetzbar; ja Silicate, welche nnr aus Magnesiasilicat bestehen, wie der Speckstein, Talk, Chlorit und Serpentin, scheinen in ihren reinsten Abarten unter den gewöhnlichen Verhältnissen ganz unempfindlich gegen kohlensaures Wasser zu sein und sich nur da, wo das letztere sehr lange Zeit auf ihnen haften kann, z. B. im Innern von Spalten, etwas zu lösen. Kommt aber gesättigtes kohlensaures Wasser mit ihnen in Berührung, so wird das Magnesiasilicat zuerst aufgelöst und dann durch die überschüssige Kohlensäure in Magnesiabicarbonat umgewandelt.

4) Silicate aber, welche neben Magnesiasilicat auch Kalksilicat enthalten, werden durch schwach kohlensaures Wasser leichter zersetzt, indem zunächst das Kalksilicat in lösliches Kalkbicarbonat umgewandelt wird, so dass nur noch Magnesiasilicat übrig bleibt, welches entweder gar nicht angegriffen oder allmählig, aber unzersetzt, in der Kalklösung aufgelöst und mit ihr ausgelaugt wird. Nur wenn heisse oder gesättigte Lösungen von Kohlensäure — z. B. in heissen Quellen — auf das Magnesiasilicat einwirken, wird das letztere wie im vorigen Falle in Magnesiabicarbonat umgewandelt. Befindet sich alsdann in einer solchen Magnesiacarbonatlösung auch Kalkbicarbonat, so verbinden sich beide Carbonate mit einander zu Dolomit.

5) Silicate, welche nur Kalksilicat enthalten (z. B. Anorthit), werden unter allen Silicaten am leichtesten durch kohlensaures Wasser zersetzt, indem sich leicht auslaugbares Kalkbicarbonat bildet. — Ueberhaupt erscheint in allen Fällen die Kalkerde als die Hauptbasis in den Silicaten, durch welche die Zersetzung dieser letzteren mittelst kohlensaurem Wasser herbeigeführt und gefördert wird; denn jedes zusammengesetzte Silicat wird um so leichter durch kohlensaures Wasser zersetzt, je mehr es Kalkerde enthält, wie man an den Augiten, Hornblenden und Granaten recht deutlich wahrnehmen kann, deren kalkhaltige Abarten viel leichter der Verwitterung anheimfallen, als ihre kalkfreien. — Ebenso wird man aber auch bemerken, dass in kalkhaltigen Silicaten stets die Kalkerde zuerst angegriffen wird, während die übrigen Monoxyde von dem kohlensaurem Wasser erst nach der vollständigen Entfernung der Kalkerde zersetzt oder auch unzersetzt ausgelaugt werden. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, dass einerseits unter allen Alkalien und alkalischen Erden die Kalkerde unter den gewöhnlichen Verhältnissen die grösste Verbindungsneigung zur Kohlensäure hat, während andererseits die Alkalien eine grössere Affinität zur Kieselsäure besitzen.

Bemerkung: Erhitzt man einen kohlensauren Kalk sehr stark, so giebt er seine Kohlensäure frei, während kohlensaures Kali oder Natron durch keinen Hitzegrad entkohlensäuert werden kann. Kocht man dagegen Kalkerde mit einer Lösung von kohlensaurem Kali, so entzieht die erstere dem letzteren seine Kohlensäure, so dass kohlensaurer Kalk und reines Aetzkali entsteht. — Welcher Contrast!

6) Silicate, welche kieselsaures Eisenoxydul, aber keine Kalkerde enthalten, werden durch schwach kohlensaures Wasser nur schwer zersetzt, weil das Eisenoxydul eine grosse Affinität zur Kieselsäure hat. Wenn das kohlensaure Wasser lange und unter Luftabschluss auf ihnen haften kann, so löst es gewöhnlich das Eisensilicat unzersetzt auf. Und wirkt unter diesen Verhältnissen gesättigtes kohlensaures Wasser, so wird das Eisensilicat zuerst auch gelöst, dann aber in Eisenoxydulcarbonat umgewandelt. Am ersten werden diese Silicate noch durch den Sauerstoff zersetzt, indem dieser das Eisen in Oxydhydrat umwandelt, wodurch die Kieselsäure desselben frei wird.

7) Erleichtert wird die Zersetzung der Eisenoxydul haltigen Silicate, wenn sie Kalkerde oder Manganoxydul enthalten, welche beide leichter als das Eisensilicat von dem kohlensaurem Wasser zersetzt und als Bicarbonate ausgelaugt werden.

Aus den eben mitgetheilten Erfahrungen geht also hinlänglich hervor, dass das mit Kohlensäure beladene Wasser bei der Umwandlung der zusammengesetzten Silicate unter den gewöhnlichen Verhältnissen auf eine doppelte Weise thätig ist:

a. die kieselsauren Alkalien, das Magnesia- und Eisenoxydulsilicat löst es unzersetzt auf;
b. das Kalk- und Manganoxydulsilicat aber wandelt es in lösliche Bicarbonate um.

Aus eben diesen Erfahrungen geht nun aber auch hervor, dass durch diese Wirkungsweise des kohlensauren Wassers ein zusammengesetztes Silicat in eine um so grössere Reihe verschiedenartiger Mineralien, — von denen dann die einen noch als einfachere Silicate, die anderen als Carbonate auftreten, — umgewandelt werden kann, je mehr und je verschiedenartigere Monoxyde es enthält.

Einige Beispiele werden dies bestätigen.

1) Oligoklas wird zum Orthoklas dadurch, dass kohlensaures Wasser ihm sein Natronsilicat entzieht.
2) Diallag wird durch Verlust seiner Kalkerde zu kalkfreier Hornblende(?);
3) Kalkmagnesiahornblende wird durch Verlust ihrer Kalkerde und ihres Eisen- und Manganoxyduls zertheilt in

Magnesiaglimmer
Chlorit oder Speckstein
Dolomit und Magnesit
Eisenspath und Brauneisenstein
und
Manganerze.

emerkung. In der Lehre von den Mineralassociationen wird dies noch weiter gezeigt werden.

3) **Die mit dem Wasser verbundene Kohlensäure laugt aber icht blos Bestandtheile eines Minerales aus, sondern führt uch neue Bestandtheile zu.** Es ist im Vorigen gezeigt worden, dass las kohlensaure Wasser aus den alkalienhaltigen Silicaten die Alkaliensilicate md das Magnesiasilicat unzersetzt auslaugt; wird nun das so mit gelösten Alkalien versehene kohlensaure Wasser von einem andern Silicate aufgenommen, so wird dieses letztere dadurch umgewandelt. Dringt auf diese Weise Wasser mit Kalisilicat in die Haarspalten eines kalifreien Turmalins ein, so wird dessen Masse überall, wo sie mit der Kalisilicatlösung in Berührung kommt, in Kaliglimmer umgewandelt. Man ersieht also hieraus, dass das kohlensaure Wasser die von ihm aufgenommenen Alkalisilicate gewöhnlich dazu benutzt, um andere an Alkalien arme oder leere Silicate damit zu versorgen und sie hierdurch umzuwandeln. In der Regel ist indessen mit dieser Abgabe der gelösten Alkalisilicate an eine Mineralmasse eine Beraubung der letzteren an schon in ihr vorhandenen Bestandtheilen, namentlich an Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul, verbunden. Denn das kohlensaure Wasser wandelt in demselben Augenblicke, wo es seine in Lösung gehaltenen Alkalisilicate an eine silicatische Mineralmasse abgiebt, die in der letzteren vorhandenen Kalk-, Eisen- und Manganoxydulsilicate in Bicarbonate um und laugt sie dann aus. — Durch diese Thätigkeit des kohlensauren Wassers wird demnach der eigentliche Stoffwechsel im Mineralreiche herbeigeführt und unterhalten.

Nach allem bis jetzt Mitgetheilten besteht also die Thätigkeit des kohlensauren Wassers bei der Mineralumwandlung einerseits in einer Auslaugung und andererseits in einer Zuführung von Bestandtheilen. Mittelst der ersten Thätigkeit verschafft es sich erst die Mittel, um seine zweite Arbeit zu vollbringen. — Durch einfache Auslaugung wandelt es in der Regel diejenigen Mineralien um, welche mit ihm zuerst und unter Verhältnissen in Berührung kommen, in denen es noch mit keiner anderen Mineralsubstanz in irgend einem Verbande gestanden hat. Durch Zuführung oder Austausch von Bestandtheilen wandelt es diejenigen Mineralien um, mit welchen es nach Auslaugung von anderen Mineralien in Berührung kommt. Diesem gemäss werden also in der Regel diejenigen Mineralmassen, welche sich an der Oberfläche der Erdrinde oder von Spalten befinden, durch einfache Auslaugung zersetzt; diejenigen Minerale aber, welche sich tiefer in der Erdrinde oder unter jenen ausgelaugten Mineralien befinden, durch Zuführung der Auslaugungsproducte dieser letzteren umgewandelt. Die Minerale der Erdoberfläche sind demnach die Magazine, aus denen das kohlensaure Meteorwasser die Stoffe entnimmt, durch welche es die Minerale im Innern der Erdrinde umwandelt.

4) Abgesehen von dem eben beschriebenen Wirkungskreise bildet die mit Wasser verbundene Kohlensäure endlich auch noch das Transportmittel vieler Mineralien. Sie vermag nämlich Mineralien, welche in reinem Wasser unlöslich erscheinen, aufzulösen, ohne ihren chemischen Bestand zu ändern. Dies ist z. B. der Fall,

a. wenn Carbonate der alkalischen Erden und Schwermetalloxyde mit kohlensaurem Wasser in Berührung kommen. (Die hierdurch entstehenden kohlensauren Salze (Bicarbonate) sind schon oben besprochen worden),
b. wenn phosphorsaure Salze der alkalischen Erden und Schwermetalloxyde mit kohlensaurem Wasser in Verbindung treten. Es ist dies von grosser Wichtigkeit, weil durch diese Lösung die letztgenannten Salze leichter zersetzbar werden. Auch die arsensauren Salze dieser Basen lösen sich theilweise im kohlensauren Wasser auf,
c. wenn an sich unlösliche Fluormetalle — z. B. Flussspath oder Fluorcalcium — dauernd von kohlensaurem Wasser benetzt werden,
d. wenn eben aus Silicaten freigewordene Kieselsäure mit kohlensaurem Wasser in Berührung kommt, wodurch diese Säure befähigt wird, auch auf nassem Wege Verbindungen mit Schwermetalloxyden, z. B. mit Kupferoxyd, einzugehen.

Alle diese Wirkungsweisen des kohlensauren Wassers kommen nur dann zum Vorschein und haben nur dann eine Dauer, wenn nicht, wie beim Sauerstoff schon angegeben worden ist, die mit ihr verbundenen Basen höher oxydirt werden oder stärkere Säuren vorhanden sind, welche ihrem Wirken hinderlich entgegentreten und die schon durch sie gebildeten Carbonate wieder zersetzen. Dies ist z. B. der Fall, wenn sich oxydirender Schwefelkies mit kohlensaurem Kalke in Berührung steht.

4. Die Carbonate (und Alkalisilicate).

§. 19. Es ist wohl nur eine grosse Seltenheit, dass Quellwasser ganz frei von Bicarbonaten der Alkalien und alkalischen Erden, namentlich der Kalkerde und Magnesia, ist; denn das zur Erde niedersinkende Meteorwasser findet nicht nur dieselben schon fertig und zur Auslaugung überall da bereit, wo es mit den Verwesungs- und Fäulnisssubstanzen aller Organismenreste, mit der von Humustheilen durchzogenen Erdkrume, oder mit kohlensaurem Kalk haltigen Erdrindemassen in Berührung kommt, sondern kann sich dieselben mittelst seiner Kohlensäure auch leicht aus allen Silicaten, welche Alkalien und alkalische Erden enthalten, präpariren. Man darf folglich diese Carbonate der Alkalien, der Kalkerde und Magnesia ebenso zu den allgemeinen Umwandlungsagentien rechnen, wie die mit Wasser verbundene Kohlensäure selbst; ja man kann sie in mancher Beziehung als die Gehülfen dieser letzteren ansehen und behaupten, dass sie in vielen Fällen das

ausführen müssen, was das kohlensaure Wasser allein nicht zu vollbringen vermag.

Im Allgemeinen haben diese Bicarbonate zweierlei Verrichtungen bei der Umwandlung der Mineralien auszuführen:

1) Ihre Lösungen besitzen die Kraft, viele an sich unlösliche Mineralien aufzulösen, wie schon im Allgemeinen da, wo von dem Verhalten der Kohlensäure zum Wasser die Rede war, gezeigt worden ist. Kali- und Natronbicarbonat löst auf diese Weise Opal, Flint und überhaupt die amorphe Kieselsäure auf. Eben dieselben Carbonate vermögen auch aus Silicaten das Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulsilicat auszulaugen. Kalkbicarbonatlösung wirkt ganz ähnlich auf Magnesia- und Eisenoxydulsilicat ein. In der Regel geht indessen bei dieser Lösung auch eine gänzliche oder theilweise Umwandlung der gelösten Silicate in Carbonate vor sich, so dass z. B. kieselsaures Kali und Kalkcarbonat oder freie Kieselsäure, Kalk-Magnesia- und Eisenoxydulcarbonat entsteht.

2) Die Alkalien haben zu jeder anderen Säure eine stärkere Verbindungsneigung, als zu der mit ihnen verbundenen Kohlensäure. Kommen daher die Lösungen ihrer Carbonate mit anderen Mineralien in Berührung, welche eine stärkere Säure als die Kohlensäure besitzen, so tauschen auch die Alkalicarbonate augenblicklich ihre Kohlensäure gegen die stärkere Säure dieser Mineralien um, so dass diese letzteren in Carbonate umgewandelt werden, während sich die Alkalien mit ihrer früheren Säure verbinden, etwa so, wie beifolgendes Schema zeigt:

kohlensaures Alkali + x saures Metalloxyd

x saures Alkali

kohlensaures Metalloxyd.

Indessen selbstverständlich wird diese gegenseitige Umwandlung nur dann stattfinden, wenn die Basis des von dem Alkalicarbonate angegriffenen Minerales zur Kohlensäure Affinität besitzt. Ist dies letztere nicht der Fall, dann raubt wohl das Alkalicarbonat diesem Minerale die Säure und giebt dafür seine Kohlensäure frei, aber die ihrer Säure beraubte Basis dieses Minerales verbindet sich nicht mit der Kohlensäure. Kommt auf diese Weise z. B. Kalicarbonat mit schwefelsaurem Eisensesquioxyd in Berührung,

so entsteht schwefelsaures Kali und reines Eisensesquioxydhydrat, weil dieses letztere keine Affinität zur Kohlensäure besitzt.

Das Streben der Alkalicarbonate, sich mit einer stärkeren Säure, als zu der schon mit ihnen verbundenen Kohlensäure, zu vereinigen, ist so gross, dass sie selbst andere an sich nicht saure Stoffe antreiben, mit dem Sauerstoff starke Säuren zu bilden, mit denen sie sich dann unter Freigebung ihrer Kohlensäure verbinden. So ist es bekannt, dass die Carbonate des Kali, Natron und Kalkes das Ammoniak antreiben, sich durch Anziehung von Sauerstoff in Salpetersäure umzuwandeln, mit welcher sich dann die Basen der eben genannten Carbonate zu salpetersauren Salzen verbinden. — Ebenso soll auch das Kali — ja selbst das Kalicarbonat — vermögend sein, den Eisenkies und Kupferglanz zur Vitriolbildung anzuregen, um sich dann mit der hierdurch entstehenden Schwefelsäure zu verbinden. Die Entstehung des Bleispathes aus Bleiglanz, des Malachites aus Kupferglanz, des Eisenspathes aus Eisenkies an solchen Orten, wo Lösungen von doppelkohlensaurem Kalk mit diesen Schwefelmetallen längere Zeit in Berührung steht, macht diese Annahme sehr wahrscheinlich.

Nach allem diesen befördern also die wässrigen Carbonatlösungen der Alkalien und der alkalischen Erden die Umwandlung anderer Mineralien dadurch, dass sie die Kraft besitzen, ähnlich dem kohlensauren Wasser, Mineralsubstanzen entweder löslich zu machen, ohne sie weiter zu zersetzen, oder mittelst ihrer starken, stets nach Säuren gierigen, Basen zu zersetzen oder zur Bildung von Säuren anzuregen, mit denen sich dann diese Basen unter Abgabe ihrer Kohlensäure verbinden.

Bedenkt man nun, dass die Lösungen dieser starkbasischen Carbonate auf ihrem Zuge durch die verschiedenen Lagen der Erdrinde wohl überall Mineralstoffe finden, welche sie zersetzen, oder mit denen sie sich auch zu unlöslichen Mineralarten verbinden können, so wird man es nicht wunderbar finden, wenn die aus der Erdrinde hervortretenden Quellen trotz der zahlreichen Substanzen, welche ihnen alkalische Carbonate liefern, im Allgemeinen verhältnissmässig nur unbedeutende Mengen dieser Carbonate enthalten.

Zusatz: Wie die Alkalicarbonate, so verhalten sich in mancher Beziehung auch die in kohlensaurem Wasser gelösten Alkalisilicate, welche ebenfalls häufig in den aus krystallinischen Erdrindemassen hervortretenden Quellen vorkommen. Treten diese mit einem Mineralsalze in Berührung, zu dessen Säure ihre Basen sehr grosse Affinität besitzen, so tauschen sie mit demselben die Säure. Dies ist z. B. der Fall, wenn Kalisilicat mit einem schwefelsauren Schwermetalloxyde in Berührung tritt: es entsteht alsdann einerseits schwefelsaures Kali und andererseits kieselsaures Schwermetalloxyd. — Aber es können diese Alkalisilicate noch auf eine andere Weise die Masse eines Minerales umwandeln, wie dies oben schon bei der

Kohlensäure erwähnt worden ist: Dringen nämlich gelöste Alkalisilicate in die Masse von silicatischen Gesteinen ein, so verbinden sie sich unmittelbar mit dieser letzteren, während durch ihr Kohlensäure haltiges Lösungswasser etwa vorhandene Kalkerde ausgelaugt wird.

§. 19b. Unter den verschiedenen Carbonaten, welche im Wasser gelöst die Massen der Erdrinde durchdringen, verdienen jedoch die Bicarbonate der Kalkerde und Magnesia eine ganz besondere Beachtung, indem sie nicht nur weit häufiger auftreten, sondern auch zum Theil in die Augen fallendere Veränderungen an den Mineralien hervorbringen, als die Alkalicarbonate.

1) Das Kalkbicarbonat hat einen ausserordentlich grossen Bildungs- und Verbreitungsbezirk; denn es entsteht und ist überall da, wo Pflanzenmassen, welche in ihrer Substanz Kalksalze enthalten, verwesen; wo verwesende Pflanzenmassen mit Kalkerde haltigen Mineralien in Berührung kommen; wo faulige Organismenreste auf die aus kohlensaurem Kalk bestehenden Gehäuse der Molluscen, Radiaten und Polypen einwirken; am meisten aber da, wo Meteorwasser einen mit Organismenresten reichlich durchsetzten Boden durchdringen und dann in das Innere von Kalkstein-, Mergel- und Kalksandstein-Felsmassen einschleichen. Da nun alle diese Kalkcarbonat spendenden Substanzen über die ganze Erde verbreitet sind, so muss auch das Wasser, welches Kalkbicarbonat in sich gelöst enthält, überall im Innern der Erdrinde vorhanden sein. Findet man es aber demungeachtet nicht in allen Fliesswassern, welche kalkhaltigen Gebirgmassen entrinnen, so beweist dies nur, dass es als einfaches Carbonat aus seinem Lösungswasser schon ausgeschieden worden ist, ehe dieses noch an die Erdoberfläche gelangte. Dies ist in der That so. Das Kalkbicarbonat ist nämlich nicht sowohl als wirklich zweifach kohlensaurer Kalk zu betrachten, sondern als ein einfaches Kalkcarbonat, welches in kohlensaurem Wasser gelöst ist. Es wird sich demnach auch als Monocarbonat von dem letzteren abscheiden, sobald dieses in irgend einem Raume verdampfen kann.

Die Wirksamkeit des sogenannten Kalkbicarbonates besteht nun hauptsächlich in Folgendem:

a. Es bildet das Hauptmaterial, durch welches die Natur

1) neue, krystallinische oder dichte, Kalksteinmassen schafft, sei es nun im Innern der Erdrinde, indem sie mit denselben die vorhandenen Spalten und Höhlungen zwischen den alternden Gebirgsmassen ausfüllt, oder an der Erdoberfläche, indem sie am Ufer der Gewässer oder auch auf deren Sohle neue Kalkablagerungen bildet;
2) den losen Gebirgsschutt, mag er nun aus Geröllen, Sand oder Erdkrume bestehen, zu festen Conglomeraten, Sandsteinen oder Mergeln verkittet.

b. Es löst viele an sich unlösliche Mineralien, z. B. Phosphate, in sich auf und macht sie auf diese Weise nicht nur zur Transportation, sondern auch zur Metamorphosirung sei es ihrer eigenen Masse, sei es anderer Mineralien fähig.

c. Es wandelt leichtlösliche Sulfate der Schwermetalloxyde in unlösliche oder doch schwer lösliche Carbonate um. Dies sieht man z. B. sehr häufig in dem mit Schwefelkupfererzen durchsetzten bituminösen Mergelsandsteine der Grauliegenden in der Zechsteinformation bei Eisenach. Die von Rissen nach allen Richtungen hin durchzogene Masse dieses Sandsteines ist da, wo Kupferkies in ihr auftritt, ihres Kalkes ganz beraubt und dafür von Malachit so durchdrungen, dass sie an vielen Stellen ganz grün gefärbt erscheint. In Klüften dieses Gesteins sind die Wände stellenweise mit Kupfervitriolrinden bedeckt, welche äusserlich aus Malachit bestehen, während ihr Inneres noch Vitriol ist. — Und wie mit dem Kupfervitriol, so geht es auch nach Bischof (Chem. Geol. Bd. II. 1200 ff.) mit dem Zinkvitriol und anderen Vitriolen.

d. Nach Bischof (a. a. O. Bd. II. 809 f.) vermag das Kalkbicarbonat auch kieselsaure Alkalien zu zersetzen, so dass einfaches Kalkcarbonat, Alkalicarbonat und freie Kieselsäure entsteht.

e. Wird frisch gefälltes, noch schlammig weiches, einfaches Kalkcarbonat von in kohlensaurem Wasser gelösten Silicaten durchzogen, so entzieht es diesen letzteren ihr kohlensaures Lösungswasser, so dass sich die Silicate in seiner Masse absetzen müssen. Es wirkt also in diesem Falle das frische Kalkcarbonat als Fällungsmittel auf die Silicatlösungen ein. Das so häufige Vorkommen von den verschiedenartigsten Silicatarten, z. B. von Adular, Glimmer, Quarz, Turmalin, Granat, Idokras u. s. w., in den Massen von Kalkspath, Marmor und Dolomit läst sich hierdurch erklären.

Bemerkung: Ob durch Kalkcarbonat kalklose Silicate in kalkhaltige umgewandelt werden können, wird wohl behauptet, erscheint mir aber nicht recht wahrscheinlich, weil die Kalkerde zur Kohlensäure eine viel grössere Verbindungsneigung hat, als zur Kieselsäure, und darum auch so leicht durch kohlensaures Wasser aus Silicaten ausgelaugt wird.

2) Das Magnesiabicarbonat entsteht vorzüglich aus der längeren Einwirkung von Kohlensäure haltigem Wasser auf Dolomite, Dolomitmergel und Magnesia haltige Kalksteine; wenigstens trifft man es am ersten und meisten in den Gewässern, welche in dem Gebiete dieser Mineralmassen entspringen. Ausserdem kann es aber auch aus Magnesia haltigen Silicaten — (z. B. aus Hornblende, Magnesiaglimmer, Chlorit und Serpentin) — sei es unmittelbar durch Kohlensäure haltiges Wasser, sei es mittelbar durch die bei der Oxydation von Eisenkiesen freiwerdende Schwefelsäure erzeugt

werden. — Die Auflösung der Magnesia aus Silicaten durch Kohlensäurewasser ist wohl der seltenere Fall, da die Magnesia zur Kieselsäure eine sehr starke Verwandtschaft hat und in Folge davon sogar durch eine warme Kieselsäurelösung aus ihrer Verbindung mit der Kohlensäure gezogen werden kann. Diese Auslösung findet daher nur dann statt, wenn stark mit Kohlensäure beladenes Wasser sehr lange und ununterbrochen auf ein Magnesiasilicat einwirken kann. Aber selbst in diesem Falle wird die Magnesia von vorn herein nicht als Carbonat, sondern als Silicat aus ihrer Verbindung gezogen und erst, wenn sie längere Zeit in dem Kohlensäurewasser in Lösung bleibt, zersetzt und in Magnesiacarbonat umgewandelt.

Viel häufiger findet die mittelbare Bildung des Magnesiacarbonates durch vitriolescirende Eisenkiese statt. Es ist bekannt, dass Eisenkiese in der Gesellschaft der obengenannten Magnesiasilicate nur selten ganz fehlen. Durch die bei der Oxydation dieser Kiese freiwerdende Schwefelsäure wird die Magnesia leicht aus ihrer Verbindung mit der Kieselsäure gezogen und zugleich in leichtlösliches Magnesiasulfat umgewandelt. Kommt nun dieses Sulfat mit Kalk-, Baryt- oder auch Natroncarbonatlösungen in Berührung, so wird es in der Weise zersetzt, dass einerseits leichtlösliches Magnesiabicarbonat und andererseits Baryt-, Kalk- oder Natronsulfat entsteht.

Bemerkung: Vielleicht lässt sich hierdurch das z. B. am Thüringer Walde so gewöhnliche Vorkommen von Schwerspath und Gypsablagerungen in der nächsten Umgebung oder in der Masse der Dolomite erklären. Wenigstens spricht z. B. am Thüringer Walde das Auftreten der ebengenannten Mineralmassen in der unmittelbaren Nähe der Eisenkies führenden Diorite und Melaphyre für diese Annahme.

Das Magnesiacarbonat spielt eine sehr grosse Rolle bei der Umwandlung vorzüglich der Silicate und des Kalkcarbonates.

a. Umwandlung der Silicate durch Magnesiacarbonat. Bekanntlich hat die Magnesia eine sehr grosse Neigung zur Kieselsäure. Kommt nun in reinem oder schwach kohlensaurem Wasser gelöstes Magnesiacarbonat mit einer — namentlich warmen — Kieselsäurelösung in Mischung, so verbindet sich die Magnesia ganz oder theilweise mit der Kieselsäure zu einem unlöslichen reinen Magnesiasilicate oder auch — bei nicht hinlänglicher Kieselsäure zu einem nur schwer löslichen Gemische von Magnesiasilicat und Magnesiacarbonat. Bei dem Magnesite kann man dies oft beobachten. — Vorzüglich tritt aber diese eben erwähnte Verbindungsneigung der Magnesia zur Kieselsäure hervor, wenn ihr Carbonat mit einem Kalksilicat in Berührung kommt; denn in diesem Falle nimmt sie dem Kalke seine Kieselsäure ab und giebt ihm dafür ihre Kohlensäure, zu welcher die Kalkerde ohnedies mehr Verbindungsneigung besitzt als zur Kieselsäure, so

dass also einerseits unlösliches Magnesiasilicat und andererseits lösliches Kalkcarbonat entsteht. — Dieses eigenthümliche Verbindungsverhältniss macht sich selbst dann noch geltend, wenn das Magnesiacarbonat mit einem multiplen Silicate in Berührung kommt, welches unter seinen Bestandtheilen kieselsaure Kalkerde enthält. Recht deutlich tritt dieses bei der Umwandlung des Augites in Hornblende oder des Augites in Diallag und dieses wieder in Enstatit oder Magnesiahornblende hervor; denn man trifft sehr oft — z. B. in dem Gabbro der Baste am Harze — Diallage, welche in Folge von unzureichendem Magnesicarbonate nur äusserlich mit einer Enstatit- oder Hornblendeschale umgeben sind. Und wie in diesem Falle, so wird stets ein multiples kalkhaltiges Silicat durch hinzutretendes Magnesiacarbonat ganz oder theilweise — je nach der Menge des zutretenden Magnesiacarbonates — in ein magnesiahaltiges umgewandelt werden, und zwar nicht blos deshalb, weil die Kalkerde durch Kohlensäurewasser leichter ausgelaugt wird, wie die Magnesia, sondern auch — und zwar vorzüglich — deshalb, weil die Kalkerde zur zutretenden Kohlensäure grössere Verbindungsneigung hat als zu der Kieselsäure, während umgekehrt die Magnesia sich lieber mit der letztgenannten Säure verbindet.

b. Das Magnesiacarbonat hat aber auch eine starke Verbindungsneigung zu dem Kalkcarbonate und dolomitisirt das letztere. Es kann indessen diese Verbindung nach den Erfahrungen, welche G. Bischof in der chemischen Geologie (Bd. I. S. 875 ff. und Bd. II. S. 1122 f.) mitgetheilt hat, nur dann vollziehen, wenn es in möglichst wenigem Wasser gelöst mit einem noch weichen durchdringbaren Kalkniederschlage in Berührung kommt. Das Magnesiacarbonat braucht nämlich nach Bischof (a. a. O. Bd. II. S. 1122 f.) weit weniger Wasser zu seiner Lösung, als das Kalkcarbonat. So lange also hiernach das Letztere in Lösung gehalten wird, ist soviel Wasser vorhanden, dass sich das Magnesiacarbonat gar nicht ausscheiden kann. Die Ausscheidung dieses letzteren wird erst dann erfolgen, wenn nach Niederschlagung des Kalkcarbonates noch soviel Wasser verdunstet, dass die Magnesiacarbonatlösung möglichst concentrirt worden ist. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann schlägt sich das Magnesiacarbonat nieder und verbindet sich mit dem Kalkcarbonate zu Dolomit oder dolomitischem Kalksteine.

Es kann sich indessen auch Dolomit bilden, wenn eine concentrirte Kalklösung sich mit einem in der Ausscheidung begriffenen Magsiacarbonate mischt. — Es ist endlich aber auch möglich, dass eine gesättigte Lösung von Magnesiabicarbonat einen noch weichen Kalkniederschlag durchdringt, dabei ihr kohlensaures Lösungswasser

an den Kalk abgiebt, und denselben in Folge davon theilweise wieder löslich macht, während sie selbst sich nur mit dem noch übrig bleibenden Kalke verbindet.

Aus dem eben Mitgetheilten ergiebt sich wohl zur Genüge, dass das Magnesiabicarbonat bei der Umwandlung der kalkhaltigen Minerale, vor allen der kalkhaltigen Multipelsilicate, eine äusserst wichtige Rolle spielt. Ebenso wird man aus demselben erkennen, dass, wenn auch alle krystallinischen Felsarten, welche unter ihren Bestandtheilen Magnesia enthalten, Magnesiacarbonat liefern könnten, das letztere nur dann in einer Quelle vorhanden sein kann, wenn es auf seinem unterirdischen Laufe mit keinem kalkhaltigen Silicate weiter in Berührung kommt. Wo aber wäre dies der Fall? — im Gebiete der gemengten krystallinischen Gesteine wenigstens nur selten, und da, wo dieses Carbonat mit vitriolescirenden Schwefelmetallen in Berührung kommt, gar nicht.

Soviel über die allgemeinen Umwandlungsmittel der Mineralien. Werfen wir nochmals einen Blick zurück auf die Bildungsquellen derselben, so finden wir, dass sie überall da auftreten, wo die Erdoberfläche mit einer Pflanzendecke versehen ist; denn wo diese ist, da wird während des Lebens der sie zusammensetzenden Individuen unaufhörlich Sauerstoff und während ihres Verwesungsprocesses eine nicht zu messende Menge von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und löslichen Carbonaten — namentlich des Kali, Natrons, Kalkes und der Magnesia — präparirt. Man kann darum mit unbestreitbarem Rechte sagen: Wo eine lebende oder absterbende Pflanzendecke die feste Erdrinde überkleidet, da werden auch alle die bis jetzt betrachteten Mineralumwandler unaufhörlich präparirt und da ist auch der Stoffwechsel im Mineralreiche so lange noch im vollen Zuge als noch eine Pflanze vorhanden ist.

c. Besondere Umwandlungsagentien.

§. 20. Ausser den bis jetzt betrachteten allgemeinen Umwandlungsmitteln giebt es nun noch mehrere besondere Agentien, welche zwar einen viel kleineren Verbreitungsbezirk haben, als die eben beschriebenen, aber trotzdem noch vielfache Veränderungen in der Mineralienwelt hervorbringen. Zu diesen mehr local auftretenden Agentien gehören namentlich folgende:

1) Die Schwefelsäure ($\dddot{S}$), welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur durch die Oxydation von Schwefelmetallen oder auch wohl in den Sulfataren der Vulcane gebildet wird und demgemäss vorzüglich in dem Gebiete der Schwefelmetalle und derjenigen Erdrinderegionen auftritt, welche von den Exhalationen der Vulcane durchzogen werden, wirkt auf alle diejenigen Mineralien zersetzend ein, deren basische Bestandtheile zu

ihr grössere Verwandtschaft haben, als zu den schon mit ihnen verbundenen Säuren, also auf viele Silicate, und alle Carbonate und Phosphate, aber auch auf die Chlor-, Jod- und Fluormetalle. Kommt sie in Salzen vor, so können diese nur zur Abgabe ihrer Säure durch Alkalien oder alkalische Erden gezwungen werden.

2) Das Chlor (Cl), welches zwar insofern einen weiten Verbreitungsbezirk hat, als es einen Bestandtheil der meisten Meeressalze, so des Steinsalzes, Chlorkaliums, Chlorcalciums, Chlormagniums und des Salmiaks bildet, auch in vielen gemengten krystallinischen, namentlich aber vulcanischen Felsarten gefunden und als Chlorwasserstoff auch wohl von tobenden Vulcanen exhalirt wird, jedoch wirklich frei wohl nirgends in der Natur vorkommt, zeigt sich nur dann thätig, wenn seine Verbindungen im gelösten Zustande mit kohlensauren oder schwefelsauren Salzen in Berührung treten. Da aber unter seinen Salzen nur das Chlorblei, Chlorquecksilber und Chlorsilber im Wasser schwer oder nicht löslich sind, so wird man die bleibenden Producte seiner Wirksamkeit auch nur da bemerken, wo die Salze dieser letztgenannten Metalle auftreten.

3) Das Fluor, welches in Verbindung mit Kiesel, Calcium, Natrium und Kalium nicht blos in manchen heissen (z. B. im Carlsbader Sprudel), sondern auch in vielen Süsswasserquellen, ja selbst im Meerwasser auftritt und in vielen Mineralien — z. B. im Fluorit, Topas, Glimmer, Turmalin etc., — ausserdem aber auch im Schmelze der Zähne, in den Knochen und im Blute der Thiere vorkommt; die Arsensäure, welche aus der Oxydation von Arsenmetallen entsteht und häufig in Quellwassern gelöst erscheint; und die Phosphorsäure, welche in allen Thier- und den meisten Pflanzenkörpern mit Kalkerde verbunden vorkommt und bei deren Zersetzung — z. B. durch Schwefelsäure — frei wird, — alle diese Agentien treten wohl häufig genug im Gebiete der Erdrinde auf, aber ihr Wirken ist ein so geheimnissvolles, dass man nicht gut mit voller Zuversicht einen allgemein gültigen Erfahrungssatz über dasselbe aussprechen kann.

B. Umwandlungsweise der Mineralien mit Hülfe der oben beschriebenen Potenzen und Agentien.

§. 21. Nachdem wir nun die Kräfte und Stoffe kennen gelernt haben, durch welche im Allgemeinen die Umwandlung der Mineralien herbeigeführt und vollendet wird, nachdem wir auch gesehen haben, auf welche Weise und unter welchen Verhältnissen jedes der allgemeinen Agentien wirken kann, ist es möglich, auch diese Mineralumwandlungsweisen selbst näher kennen zu lernen.

Die Hauptbedingung für die Umwandlung eines Minerales ist einerseits das Vorhandensein von Bestandtheilen, welche von den im Vorigen angegebenen Umwandlungsagentien angegriffen und aus ihren bisherigen Verbindungen heraus gezogen werden können, und andererseits die Fähigkeit, von Aussen her Wasser in sich aufzunehmen.

Was die erste dieser beiden Bedingungen betrifft, so besitzt ein Mineral Umwandlungsfähigkeit

1) durch den Sauerstoff, wenn es

a. reine, oxydirbare Metalle;
b. Metalloxydule vom Eisen und Mangan;
c. Schwefelmetalle vom Eisen, Kupfer, Blei, Nickel, Kobalt und Zink;
d. Arsenmetalle von denselben Metallarten;

2) durch den Schwefelwasserstoff, wenn es

a. reine Metalle;
b. neutrale Carbonate, Phosphate, Arsenide von Schwermetallen;

3) durch die Kohlensäure, wenn es

a. Protoxyde von Schwermetallen,
b. Silicate von Alkalien und alkalischen Erden,
c. Phosphate und Arseniate,
d. Fluor;

4) durch kohlensaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden, wenn es

a. Sulfate, Phosphate, Arseniate, Borate und Chloride namentlich von Schwermetallen,
b. amorphe Kieselsäure, Fluor,
c. Silicate von Monoxyden, namentlich von Kalk-, Baryt-, Strontianerde, Eisen- und Manganoxydul;

5) durch metallsaure (chrom-, titan-, molybdän-, wolframsaure) Alkalien, wenn es

Sulfate oder auch Carbonate von Schwermetallen

enthält. — Besitzt es nun mehrere Arten von diesen umwandelbaren Bestandtheilen, so wird es auch von mehreren der ebengenannten Umwandlungsagentien angegriffen. Auf diese Weise wird z. B. ein Mineral zugleich von dem Sauerstoffe und der Kohlensäure angegriffen, wenn es Eisen- und Manganprotoxyd und ausserdem kieselsaure alkalische Erden und Alkalien enthält.

Dass indessen in dieser Beziehung auch wieder gar manche Abstufungen stattfinden, dass z. B. unter sonst gleichen Verhältnissen Silicate, welche nur Kali und Natron besitzen, durch Kohlensäure viel schwerer zersetzbar sind als solche, welche nur Kalkerde enthalten, das ist früher schon sattsam gezeigt worden. Es möge daher gestattet sein, hier nur

nochmals auf die allgemeinen, ebenfalls schon oben bei der Kohlensäure weiter besprochenen, Erfahrungssätze aufmerksam zu machen:

a. Ein Mineral ist um so leichter umwandelbar:
   1) je mehr es stark basische Bestandtheile besitzt,
   2) je ungleichartiger diese Bestandtheile sind,
   3) je mehr es einerseits Kalkerde oder andererseits Eisenoxydul enthält,
   4) je weniger seine basischen Bestandtheile von dem gemeinsamen Umwandlungsstoffe gesättigt, je schwankender also die Gewichtsmengen erscheinen, in denen die einzelnen Basen mit der gemeinsamen Säure verbunden sind,
   5) je schwankender überhaupt seine Zusammensetzung ist.

b. Und giebt dann bei seiner Umwandlung um so mehr und um so verschiedenartigere Umwandlungsproducte, je vielbasischer und je verschiedenbasischer seine Zusammensetzung ist.

Wenden wir das eben Gesagte auf die multiplen Silicate an, bei denen man dies am meisten beobachten kann, so wird man finden:

1) dass diejenigen unter ihnen, in denen die einzelnen Basen so mit Kieselsäure gesättigt sind, dass die Sauerstoffmenge dieser Säure wenigstens das dreifache von derjenigen der Basen beträgt, — dass also mit anderen Worten die Trisilicate oder Kieselsäure reichen Silicate sich am schwersten zersetzen, zumal wenn sie keine Kalkerde enthalten;
2) dass dagegen die Monosilicate und überhaupt diejenigen Silicate, in denen die Sauerstoffmenge der Kieselsäure das 1- bis höchstens 2½ fache von derjenigen der Basen beträgt, sich weit leichter zersetzen, zumal wenn sie Kalkerde besitzen;
3) dass endlich unter allen multiplen Silicaten diejenigen Monosilicate, welche die meisten Basen und unter diesen vorzüglich $\dot{C}a$ oder $\dot{F}e$ besitzen und dabei eine sehr schwankende Zusammensetzung haben, sich unter Verhältnissen am schnellsten umwandeln und die meisten und verschiedenartigsten Zersetzungsproducte liefern.

Recht deutlich schon sieht man dies an den verschiedenen Feldspatharten. Unter ihnen besitzt der Orthoklas und Albit die grösste Menge Kieselsäure, denn in diesen ist das Sauerstoffverhältniss der sämmtlichen Basen zur Kieselsäure wie 1: 3: 12; in dem Oligoklas dagegen ist dies Verhältniss schon geringer, in ihm ist es 1: 3: 9 und im Labrador ist es 1: 3: 6. Unter diesen Feldspatharten besitzen ferner Orthoklas und Albit keine oder nur sehr untergeordnet Kalkerde und eine sehr bestimmte Zusammensetzung, der Oligoklas und Labrador aber viel Kalkerde und eine schwankende Zusammensetzung. Jene beiden ersten Feldspatharten unterliegen aber in der That auch weit weniger der Zersetzung und haben einen

weit kleineren Kreis von Umwandlungsverwandten als der Oligoklas und Labrador.

Am auffallendsten aber zeigen sich die oben angegebenen Verhältnisse bei den an Basen überreichen und mit den schwankendsten Verbindungsverhältnissen versehenen Monosilicaten der Glimmer-, Turmalin-, Granat-, Hornblende- und Augitarten. Sie zeigen, wie wir weiter unten sehen werden, unter allen Silicaten die mannichfachsten Umwandlungsweisen und die verschiedenartigsten Zersetzungsproducte. Aber auch unter ihnen wird man bemerken, dass ihre leichtere oder schwerere Umwandlung und ihr grösserer oder kleinerer Kreis von Zersetzungsmineralien abhängig ist im Allgemeinen von ihrem grösseren oder kleineren Gehalte an Kalkerde und Eisen- (oder Mangan-) Oxydul.

Recht augenscheinlich tritt dies an der Hornblende und dem Augit hervor. Erstere besitzt mehr Magnesia als Kalkerde, letztere umgekehrt mehr Kalkerde als Magnesia; darum zersetzt sich der letztere auch schneller als die erstere. Ebenso bei dem Kali- und Magnesiaglimmer. Ersterer ist arm an alkalischen Erden und Eisenoxydul, letzterer aber reich an Magnesia und Eisenoxydul und darum auch schneller zersetzbar als ersterer. Aber nicht blos bei den multiplen Silicaten, sondern auch bei anderen multiplen Salzmineralien, so namentlich bei den sogenannten zusammengesetzten Schwefelmetallen, Schwefelantimon- und Schwefelarsenverbindungen macht sich, — wie wir weiter unten sehen werden, — das Gesetz geltend: Je mehrbasisch Schwefelmetalle (Sulfosalze) und je schwankender die quantitative Zusammensetzung, um so leichter die Zersetzung und Umwandlung einer solchen Schwefelverbindung.

Was nun die zweite der obengenannten Zersetzungsbedingungen betrifft, so wird ein Mineral nach dem schon bei der Betrachtung der Wirkungsweise des Wassers Mitgetheiltem um so leichter umgewandelt, je mehr es die Fähigkeit besitzt, Wasser in seine Masse aufzunehmen. Dass diese Fähigkeit aber hauptsächlich theils von seinem Gefüge (Blätterlage), theils auch von der Hygroscopicität seiner Masse abhängt, ist früher schon gezeigt worden.

§. 22. Ausser den im vorigen Paragraph beschriebenen Hauptbedingungen zur Umwandlung eines Minerales giebt es indessen noch einige andere Nebenbedingungen, welche ebenfalls nicht ohne Einfluss auf diesen Process sind. Zu diesen gehören:

a. die Körperform, Farbe und Oberfläche eines Minerales selbst; denn von diesen Bedingungen hängt das Verhalten des Minerales gegen die Wärme ab, wie bei der Untersuchung über die Wirksamkeit der letzteren (§. 3.) schon hinlänglich gezeigt worden ist. Hier sei daher nur noch auf folgende Thatsachen aufmerksam gemacht:

Ein und dasselbe Mineral widersteht dem Einflusse der Wärme

stärker	schwächer
als ausgebildeter Krystall;	als körniges, erdiges, faseriges oder blättriges Aggregat;
im farblosen, durchsichtigen, glänzenden Zustande.	im — namentlich dunkel — gefärbten, undurchsichtigen, glanzlosen Zustande.

Recht auffallend sieht man dies z. B. beim Orthoklas, welcher als farbloser, durchsichtiger Adular weit länger dem lockernden Einflusse der Wärme trotzt als der braunrothe, undurchsichtige, aber noch krystallisirte gemeine Orthoklas, der indessen auch noch schwerer für die Wirkung der Wärme zugänglich ist, als der körnige, derbe Feldspath, obgleich alle die ebengenannten Abarten des Orthoklases ein und dieselben chemischen Hauptbestandtheile haben. — Ebenso gut kann man dies alles aber auch bei den Abarten des Calcites bemerken.

b. die Associationen eines Minerales. Die mit einem Minerale in enger Verbindung stehenden anderen Mineralarten können einen doppelten Einfluss auf das von ihnen umgebene Mineral ausüben, einen chemischen und einen physischen. Chemisch wirken sie, wenn sie den Umwandlungspotenzen leicht zugänglich sind und in Folge dessen aus sich heraus Stoffe entwickeln, welche auf das mit ihnen associirte Mineral umwandelnd einwirken können. Auf diese Weise bewirken vitriolescirende Eisenkiese, dass der an sich schwer verwitternde Oligoklas bald in schwefelsaure Kalithonerde d. i. Alaun umgewandelt wird. Ebenso bewirken diese vitriolescirenden Eisenkiese, dass sich in einem zelligen Dolomitmergel bei Eisenach, welchem sie in grosser Zahl eingewachsen sind, Drusen von Eisenspath, Gypsspath, Haarsalz und Bergkrystallen bilden. — Ueberhaupt spielen in dieser Beziehung die Eisenkiese eine wichtige Rolle. Ein gleiches ist der Fall mit dem Steinsalz oder Chlornatrium, wenn es z. B. dem Gypse eingewachsen ist; denn dann zeigt sich in seiner Umgebung schwefelsaures Natron. Diese sich leicht lösenden und umwandelnden Associationen wirken indessen nicht blos auf ihre nächste Umgebung, sondern oft auch auf weite Strecken hin.

Aber die Associationen eines Minerales wirken auch physisch oder mechanisch auf die Umwandlung dieses letzteren, sobald sie dasselbe als eine lockere, rauhe Rinde umschliessen, welche einerseits die in das Mineral eingedrungenen Wärmestrahlen an allzuschneller Ausstrahlung hindern und andererseits die atmosphärischen Umwandlungsagentien fesseln können, so dass sie nachhaltig auf das umschlossene Mineral einzuwirken vermögen. Auf diese Weise werden die an sich schwer verwitterbaren Albitkrystalle weniger schwer angreifbar, wenn sie von einer Chloritrinde umschlossen sind. Ebenso sind Rinden von Grünerde, Eisenoxyd und selbst von Thon stets

Beförderungsmittel der Zersetzung der von ihnen umschlossenen, schwer zersetzbaren Mineralien.

c. die vegetabilische Umgebung eines Minerales. Auch diese wirkt theils chemisch theils mechanisch auf ein Mineral ein. Chemisch wirkt sie, wie schon im §. 6. gezeigt worden ist, theils durch die Säuren (Humussäure, Kohlensäure, Oxalsäure), welche bei ihrer Zersetzung frei werden, theils durch die desoxydirende Kraft ihrer abgestorbenen Massen, sobald sie keinen atmosphärischen Sauerstoff erhalten können. Mechanisch dagegen wirkt sie auf die Umwandlung eines Minerales ein, wenn sie dasselbe mit einer Decke überzieht, welche nicht nur die Wärme, sondern auch die Atmosphärilien ansammelt und an das von ihnen umhüllte Mineral abgiebt. Dass dies hauptsächlich die einer Mineraloberfläche fest anhaftenden Schurfflechten thun, habe ich schon früher erwähnt und auch in meinem obengenannten Werke (§. 8. S. 13. f.) ausführlich besprochen.

d. endlich die ein Mineral umschliessende Felsart, sei es nun durch ihre Gemengtheile, welche leicht verwittern und dadurch Stoffe entwickeln, welche auf das umschlossene Mineral einwirken können, sei es durch ihr Gefüge oder auch durch ihre Ablagerungsweise. In Beziehung auf diese letzten beiden Punkte gelten folgende Erfahrungssätze:

a. Felsarten mit grobkörnigem Gefüge bieten an ihrer Oberfläche den Verwitterungspotenzen weit bessere Haftpunkte als dichte Felsarten; in jenen verwittern daher auch unter sonst gleichen Bedingungen die mineralischen Gemengtheile schneller als in diesen.

b. Schiefrige Felsarten werden senkrecht auf ihre Schieferungsflächen nur wenig, aber parallel mit ihren Spaltungsflächen leicht angegriffen; es werden darum auch Mineralien dieser Schiefer, welche an den Spaltflächen der letzteren hervortreten, leichter umgewandelt, als die der Oberfläche der Schiefer aufsitzende. Beim Kupferschiefer sieht man dies deutlich; denn bei ihm ist die äussere Oberfläche oft ganz frisch, während seine Spaltflächen ganz mit Malachit und Kupferlasur überzogen sind. Es verhalten sich diese schiefrigen Felsarten überhaupt ganz analog den Krystallen mit vollkommenen Blätterabsonderungen. Dabei ist aber wohl zu beachten, dass diese Schiefer nur dann zugänglich für die Umwandlungsagentien sind, wenn ihre Massen so aufgerichtet stehen, dass die Atmosphärilien von oben her zwischen ihre Schieferlagen eindringen können.

c. Je mehr eine Felsart von Klüften durchzogen ist, um so leichter können die Umwandlungsagentien in ihr Inneres eindringen und um so nachhaltiger auf ihr Mineralgemenge einwirken. Solche Felsklüfte sind daher nicht blos die Sammelplätze aller möglichen Umwandlungsagentien, sondern auch die Laboratorien, in welchen die

meisten Mineralumwandlungen vor sich gehen, und die Magazine, in welchen die neu entstandenen Mineralien abgesetzt werden.

Soviel über den Einfluss der Umgebung auf die Umwandlungsweisen der Mineralien. Dass in dieser Beziehung auch noch die Quellen und überhaupt die Gewässer, welche den Sitz eines Minerales fortwährend benetzen, einen gewaltigen Einfluss ausüben, bedarf wohl nach dem schon beim Wasser mitgetheilten hier weiter keiner Erwähnung.

§. 23. Diese Bedingungen vorausgesetzt werden nun bei der Umwandlung eines Minerales folgende Processe stattfinden:

I. Besteht ein Mineral nur aus einem einfachen Elemente, z. B. aus einem reinen Metalle, so kann es zunächst nur durch Zutritt von elementaren Umwandlungsagentien verändert werden, wenn es überhaupt zu einem der letzteren Verbindungsneigung besitzt. In diesem Falle kann es also nur zu einem Oxyd, Sulfid, Chlorid, Jodid, Bromid oder Fluorid werden. Hat es sich aber erst in eins dieser einfach zusammengesetzten Mineralien verwandelt, dann fällt es auch der weiteren Umwandlung durch zusammengesetzte Agentien — z. B. durch Säuren — anheim und tritt nun zu der folgenden Abtheilung.

II. Ist aber ein Mineral ein einfach oder mehrfach zusammengesetztes Salz, sei es Sauerstoff- oder Schwefelsalz, dann kann es auf vielfache Weise umgewandelt werden;

a. an seinen basischen Bestandtheilen:

1) durch Hinzutritt eines oder mehrerer neuer Stoffe, ohne dass schon vorhandene Bestandtheile verschwinden;
2) durch Hinzutritt neuer Stoffe und damit verbundener Wegnahme schon vorhandener;
3) durch Wegnahme vorhandener Bestandtheile, ohne Zutritt neuer.

b. an seinen umwandelnden Bestandtheilen;

1) durch Hinzutritt eines neuen Umwandlers, welcher den schon vorhandenen austreibt;
2) durch Austausch derselben mit einem anderen Minerale, ohne dass dabei die basischen Bestandtheile verändert werden;
3) durch Austausch sowohl der umwandelnden als auch der basischen Bestandtheile bei Berührung mit anderen Mineralien.

Allgemein ausgedrückt stellt sich diese Umwandlungsweise eines zusammengesetzten Minerales nun so dar, wie es in folgender Uebersicht angegeben worden ist.

Ein zusammengesetztes Mineral kann erleiden:

- I. eine theilweise Veränderung;
  - A. durch Zutritt eines Stoffes:
    - a. durch Zutritt eines elementaren oder einfach zusammengesetzten, sauren oder basischen Stoffes,
      - α. ohne dass ein schon vorhandener Bestandtheil verschwindet, indem der neue Stoff;
        - 1) einen vorhandenen nur verändert ohne den Bestand wesentlich zu vermehren (z. B. durch höhere Oxydation eines niederen Oxydes),
        - 2) den vorhandenen Bestand um einen Bestandtheil vermehrt (z. B. beim Zutritt von Wasser).
      - β. so dass ein schon vorhandener Bestandtheil theilweise oder ganz verschwindet, indem der hinzugetretene Stoff an die Stelle des vertriebenen tritt.
    - b. durch Zutritt eines Haloid- oder eines Sauerstoffsalzes.
  - B. durch Verschwinden eines oder mehrerer Bestandtheile, ohne dass sich an die Stelle derselben neue Bestandtheile setzen.
- II. eine gänzliche Zertheilung;
  - 1) so dass die aus ihm entstandenen secundären Minerale Salze sind, deren jedesmit dem Muttermineerale noch die Säure und eine Basis gemein hat, so dass die stöchiometrische Formel des Muttterminerals erscheint, wenn die stöchiometrischen Formeln dieser Salze zusammengezählt werden,
  - 2) so dass ein Theil der secundären Minerale noch als Theilsalze mit gleicher Säure und Basis des Mutterminerales erscheint, ein anderer Theil aber nur aus einzelnen Bestandtheilen des Mutterminerales besteht.
  - 3) so dass die aus ihm entstandenen secundären Minerale nur als einzelne, zu selbständiger Entwickelung gelangte, Bestandtheile des Mutterminerales erscheinen.

Im Besondern aber ist über diese Umwandlungsweise der zusammengesetzten Minerale kürzlich noch folgendes zu erwähnen:

A. Einfach zusammengesetzte d. h. aus zwei Elementen bestehende Minerale, wie Oxyde und Sulfurete werden umgewandelt:

a. durch Zutritt von Stoffen:

α. von einem Elemente z. B. von Sauerstoff:

§. 1. Niedere Oxyde werden zu höheren z. B. Oxydoxydule zu Sesquioxyden und diese wieder zu Superoxyden, wie man beim Mangan beobachten kann.

§. 2. Basische Schwefelmetalle werden zu Sulfaten, z. B. Markasit zu Eisenvitriol.

β. von einem zweielementischen Stoffe,

a. von einem Oxyde:

§. 1. Von einer Säure: Aus basischen Oxyden werden Salze. Auch Schwefelmetalle und Haloide können z. B. durch Schwefelsäurehydrat (oder auch Salpetersäure) in Salze umgewandelt werden.

§. 2. Von einer Basis: Aus sauren Oxyden werden Salze.

b. von einem Schwefelmetalle: Schwefelalkalien wandeln Metalloxyde -- z. B. Kupferoxyd — in Schwefelmetalle um. Auch können auf diese Weise aus Schwefelmetallen Sulfosalze werden.

c. von einer Wasserstoffsäure z. B. Schwefelwasserstoff und Chlorwasserstoff.

§. 1. Durch Schwefelwasserstoff werden Oxyde und Haloide zu Schwefelmetallen.

§. 2. Durch Chlorwasserstoff werden Oxyde und mehrere Sulfurete in Chlormetalle umgewandelt.

γ. von einem dreielementischen Stoffe, also von einem saurem Salze: Oxyde werden zu Doppelsalzen.

b. durch Wegnahme des Umwandlungsstoffes, namentlich des Sauerstoffes, z. B. durch faulige Organismenreste bei Abschluss von Luft entstehen:

1) aus höheren Oxyden niedere und aus diesen auch reine Metalle,

2) aus Sulfaten Schwefelmetalle,

3) aus Arseniaten Arsenmetalle.

B. Mehrfach zusammengesetzte Minerale, also einfache und multiple Salze, können umgewandelt werden:

a. durch Sauerstoff:

§. 1. Aus Oxydulsalzen werden Oxydsalze.

§. 2. Aus schwefelig- oder arsenigsauren Salzen werden Sulfate und Arseniate.

§. 3. Aus humussauren Salzen werden Carbonate.

§. 4. Aus zusammengesetzten Schwefelmetallen, welche Schwefeleisen enthalten, werden entweder Multipelsulfate oder nach Auslaugung der entstandenen Sulfate, einfache Schwefelmetalle z. B. aus Kupferkies wird in dieser Weise Eisenvitriol und Kupferglanz.

§. 5. Aus Eisen- und Manganoxydulcarbonat wird Eisen- und Manganoxydhydrat.

b. durch Wasser:

§. 1. Wasserlose Salze werden hydratisirt z. B. Anhydrit wird zu Gyps.

§. 2. Salze, welche aus schwerer und leichter löslichen Theilsalzen bestehen, verlieren durch Auslaugung die leichter löslichen.

c. durch Schwefelwasserstoff: Alle Carbonate und viele andere Salze, welche Schwermetalle enthalten, werden in Schwefelmetalle umgewandelt.

d. durch Chlorwasserstoff: Carbonate, Phosphate, Arseniate und viele Silicathydrate werden unter Ausscheidung ihrer Säure zu Chloriden.

e. durch Sauerstoffsäuren.

α. Kommt zu Salzen eine Säure, welche zu den Basen derselben eine grössere Verbindungsneigung hat als die schon mit diesen Basen verbundene Säure, so bemächtigt sich die zutretende Säure der Salzbase und verdrängt die vorhandene Säure.

§. 1. Ein einbasisches Salz wird hierdurch in ein ganz neues Salz umgewandelt.

1) Carbonate werden in dieser Weise durch jede andere Säure zersetzt; nur die Kieselsäure vermag unter den gewöhnlichen Verhältnissen auf nassem Wege den Carbonaten der alkalischen Erden — mit Ausnahme der Magnesia — nichts anzuhaben. Am häufigsten zeigt sich die aus der Vitriolescirung des Schwefeleisens entstehende Schwefelsäure in dieser Weise thätig; in einem Boden mit stickstoffhaltigen Verwesungsresten tritt auch die Salpetersäure den Carbonaten der Leichtmetalle feindlich entgegen.

2) Silicate der Alkalien und der Magnesia werden von Kohlensäurehydrat erst unzersetzt aufgelöst, dann aber bei längerer Vermischung mit dieser Säure in Bicarbonate umgewandelt.

3) Phosphate, Arseniate und Silicathydrate werden ebenfalls durch die Schwefelsäure vitriolescirender Eisenkiese zersetzt.

§. 2. Ein mehrbasisches Salz kann aber durch eine neu hinzutretende Säure auf zweifache Weise umgewandelt werden:

1) Alle Basen verbinden sich zugleich mit der neuen Säure und geben ihre alte frei.

a. Verhalten sich nun die hierdurch entstehenden neuen Theilsalze des Multipelsalzes alle in gleicher Weise zum Wasser, so bleiben dieselben mit einander zum Ganzen verbunden, so dass das neue Multipelsalz nur durch die Säure vom alten verschieden ist.

b. Wenn aber unter den Basen eines Multipelsalzes nicht alle mit der zutretenden Säure im Wasser lösliche Theilsalze bilden, so folgt eine theilweise Auslaugung desselben, in Folge deren aus einem vielbasischen Salze ein wenigbasisches oder auch nur ein einbasisches werden kann.

In dieser Weise wird durch die Schwefelsäure vitriolescirender Eisenkiese aus dem Dolomit Gyps und Bittersalz, welches durch Wasser aufgelaugt wird.

2) Es verbinden sich nicht alle Basen eines Multipelsalzes mit der neu hinzutretenden Säure. Dies findet namentlich statt, wenn Kohlensäurehydrat auf ein aus Sesqui- und Monoxyden bestehendes Multipelsalz einwirkt, da die Sesquioxyde als schwache Basen

wenig oder keine Verwandtschaft zur Kohlensäure haben. Ganz vorzüglich macht sich diese Umwandlungsweise bei den multiplen Silicaten, welche Thonerde oder Eisenoxyd enthalten, bemerklich. Wirkt auf diese Kohlensäurehydrat ein, so löst es die Monoxyde ganz oder theilweise als Bicarbonate aus ihrer Verbindung, während die hierdurch freigewordene Kieselsäure sich gewöhnlich zum Theile mit dem noch übrig gebliebenen Theilsilicate verbindet und dieses dadurch säurereicher macht. Wird so z. B. Oligoklas durch solches Wasser angegriffen, so entsteht Natronbicarbonat, welches ausgelaugt wird, während die vorher mit dem Natron verbundene Kieselsäure sich mit der vom Oligoklas übrig bleibenden kieselsauren Kalithonerde zu kieselsäurereichem Adular oder Orthoklas verbindet. Wird ferner aus dem Labrador die Kalkerde durch kohlensaures Wasser ausgelaugt, so entsteht aus dem ungelösten Rückstande dieses Feldspathes kieselsäurereicher Albit.

β. Tritt zu einem neutralen oder basischen Salze eine Säure von derselben Art, wie es schon besitzt, so wird dasselbe in ein saures Salz umgewandelt.

Im Wasser unlösliche einfache Carbonate werden durch zutretendes kohlensaures Wasser in lösliche Bicarbonate umgewandelt und dadurch transportabel und auslaugbar aus ihren multiplen Verbindungen. Ganz besonders gilt dies von dem Carbonate der Kalkerde, des Barytes und Strontians, des Eisen- und Manganoxydules.

γ. Reicht die Menge der zu einem Salze tretenden Säure nicht aus, um alle Theile der in demselben schon vorhandenen Säure auszutreiben, so entsteht ein Salzgemisch mit zwei Säuren.

In diesem Falle kann selbst ein Carbonat zum Theil ein Sulfat werden, wie man z. B. am Leadhillit und Lanarkit, welche beide aus Bleisulfat und Bleicarbonat bestehen, bemerken kann.

f. durch **Basen**, welche zu der in einem gegebenen Salze vorhandenen Säure Affinität haben,

α. Ist die Affinität der zutretenden Basis grösser, als die der schon vorhandenen Basis, so wird die letztere von der ersteren aus ihrer Verbindung getrieben.

β. Ist aber die Affinität der zutretenden Basis ebenso gross als die der vorhandenen, dann kann ein mehrbasisches Salz entstehen.

Indessen möchte dieser Fall nur selten oder auch gar nicht in der Natur vorkommen, da die starkbasischen Monoxyde, welche allein diese Verrichtung ausführen könnten, in der Regel nicht frei in der Natur auftreten und die schwachbasischen Sesquioxyde, welche in der Natur frei vorkommen, im Wasser unlöslich sind.

g. durch Salze.

α. Besitzt das zutretende Salz dieselbe Säure, wie das von ihm angegriffene, so kann es unmittelbar in die Verbindung des letzteren eintreten.

§. 1. Kohlensaurer Kalk wird durch Zutritt von kohlensaurer Magnesia zu Dolomit.

§. 2. Silicate werden namentlich durch Zutritt von kieselsauren Alkalien oder auch durch kieselsaure Magnesia verändert. Aus Turmalin z. B. wird durch kieselsaures Kali Kaliglimmer; aus Diallag wird durch Magnesiasilicat zu Hornblende.

β. Besitzt das zutretende Salz eine andere Säure, wie das von ihm angegriffene, so können hauptsächlich folgende Umändrungen eintreten;

§. 1. Die Basis des einen Salzes hat zur Säure des anderen grössere Affinität als zu der mit ihm verbundenen; alsdann erfolgt ein Umtausch der Säuren und in Folge davon eine gegenseitige Zersetzung der beiden sich berührenden Salze und eine Bildung zweier neuen Salze. Ganz gewöhnlich tritt diese Erscheinung ein, wenn Carbonate der alkalischen Erden und Alkalien mit gelösten Sulfaten oder Phosphaten der Schwermetalle in Berührung kommen.

Kalkbicarbonat und Eisensulfat geben in dieser Weise Kalksulfat (Gyps) und Eisencarbonat (Eisenspath).

§. 2. Wenn ein in kohlensaurem Wasser gelöstes Silicat mit einem anderen Multipelsilicat in Berührung kommt, welches eine Basis enthält, welche in kohlensaurem Wasser leichter löslich ist, als das zutretende Silicat, so entzieht die leichter lösliche Basis des vorhandenen Silicates dem hinzutretenden das Lösungswasser und wird ausgelaugt, während das nun unlöslich gewordene Silicat sich an ihre Stelle setzt. In dieser Weise wird z. B. ein Kalkerde haltiges Silicat durch die kohlensaure Lösung eines Magnesiasilicates so zersetzt, dass die Kalkerde als Bicarbonat ausgelaugt wird und das Magnesiasilicat an ihre Stelle in dem vorhandenen Silicate tritt.

Dasselbe geschieht auch schon, wenn Magnesiabicarbonat mit einem Kalkerde haltigen Silicate in Berührung kommt: Immer verdrängt das in ein Silicat eindringende, schwerlösliche Carbonat die in dem Silicat vorhandene durch Kohlensäurewasser leicht lösliche Basis.

§. 24. Durch die im vorigen Paragraph geschilderte Umwandlungsweise kann aber die Masse eines in reinem oder in kohlensaurem Wasser unlöslichen Minerales auf doppelte Weise verändert werden, wie schon oben (§. 2.) angedeutet worden ist, je nachdem die umwandelnden Agentien ununterbrochen oder nur zeitweise, unter Luftzutritt oder Luftabschluss, mit

Hülfe von vielem oder nur von wenigem Wasser, unter oft wechselnder oder unter mehr gleichbleibender Temperatur auf ein Mineral einwirken. Je nach dieser verschiedenartigen Einwirkungsweise der umwandelnden Agentien treten hauptsächlich folgende zwei Umwandlungsweisen hervor:

a. Ein mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehendes und weder von reinem noch von kohlensaurem Wasser ganz auflösliches, zusammengesetztes Mineral wird nach Auslaugung seiner in kohlensaurem Wasser löslichen Bestandtheile an seiner Aussenfläche mit einer nicht krystallinischen, in der Regel pulverigen oder erdigen Rinde überzogen, welche aus den nicht vom kohlensauren Wasser umwandelbaren Mineralbestandtheilen besteht und dann die weitere Zersetzung der von ihm bedeckten Steinmasse so lange hemmt, als sie eine innig zusammenhängende Lage bildet und nicht von den Atmosphärilien durchdrungen und abgewaschen wird. Diese Umwandlungsweise, durch welche also ein Mineral nach Auslaugung seiner in kohlensaurem Wasser löslichen Bestandtheile lagen- oder blätterweise allmählig von Aussen nach Innen in eine unkrystallinische, erdige Masse umgewandelt wird, nennt man die Verwitterung eines Minerales und die hierbei aus dem unlöslichen Rückstande desselben gebildete Rinde die Verwitterungsrinde.

b. Ein zusammengesetztes, von kohlensaurem Wasser ganz oder auch nur theilweise lösbares, Mineral wird durch eine wässerige Lösung von Umwandlungsagentien, welche in sein Inneres eindringt und von hier aus gleichmässig auf alle Massetheilchen desselben einwirkt, in der Weise entweder eines Theiles seiner Bestandtheile beraubt oder auch mit neuen versehen, dass sich in beiden Fällen ein anderes, ebenfalls krystallisirbares Mineral mit quantitativ bestimmter Zusammensetzung bilden kann. Diese Art der Umwandlung, durch welche eine krystallinische Mineralart in ein neues krystallinisches Mineral umgewandelt wird, nennt man die Mineralmetamorphose.

Beide Arten dieser Mineralumwandlung verhalten sich gewissermassen zu einander, wie Ursache und Wirkung, denn die Verwitterung erscheint in den allermeisten Fällen als derjenige Process, durch welchen die Natur erst die Agentien schafft, mittelst deren sie die im Erdenschoose wohnenden Minerale metamorphosirt, und wie jene vorherrschend durch die Atmosphärilien eingeleitet und vollführt wird, so erscheint die Mineralmetamorphose hauptsächlich als ein Werk der durch die Atmosphärilien geschaffenen und durch das Wasser aus ihrem Verbande ausgelösten Carbonate der alkalinischen Oxyde. Es wird daher auch diese letztere vorzüglich an solchen Mineralien, welche Substanzen besitzen, die mit den auf sie eindringenden alkalinischen Lösungen einen Stoff wechseln können, und an solchen Stellen der Erdrinde

vor sich gehen, welche mit verwitternden Felsarten in irgend einer Verbindung stehen. — Obgleich nun an diesen beiden Arten der Mineralverwandlung noch vieles für uns geheimnissvoll, ja geradezu unerklärlich ist, so sind sie doch für die Geschichte der Erdrindebildungen von zu grosser Wichtigkeit, als dass wir sie hier unbeachtet lassen dürfen.

Gehen wir demgemäss von dem Verwitterungsprocesse der Mineralien aus, weil dieser noch am ersten beobachtet werden kann und am häufigsten vorkommt.

a. Der Verwitterungsprocess.

§. 25. Dieser Process wird also nach dem Obigen eingeleitet und ausgeführt, hauptsächlich durch die atmosphärischen Umwandlungspotenzen — Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdunst — (oder auch wohl durch die Humussäuren der sich zersetzenden Organismenreste) und findet daher nur an der unmittelbar mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche eines Minerales statt.

Es sind demnach Hauptbedingungen für seine Durchführung, dass:

1) nur die äussersten Theilchen einer Mineraloberfläche mit den Umwandlungspotenzen in Berührung kommen;
2) grade nur soviel Wasser vorhanden ist, dass einerseits die luftförmigen Umwandlungsagentien an den umzuwandelnden Mineraltheilen haften können und andererseits sich nur die durch diese Agentien bereiteten, leicht löslichen Stoffe ganz auslaugen lassen, während sich die schwerlöslichen schon mit ihrem Austritte aus ihrem bisherigen Mineralverbande an der angeätzten Steinoberfläche wieder absetzen;
3) in dem Mineral ein einfacher oder zusammengesetzter Bestandtheil vorhanden ist, welcher nach Lostrennung aller durch die obengenannten Agentien umwandelbaren und auslösbaren Agentien nicht weiter durch diese atmosphärischen Agentien angreifbar erscheint;
4) endlich die Einwirkung der Atmosphärilien so lange ununterbrochen fortdauert, bis alle von ihnen umwandelbaren Bestandtheile aus der Mineralfläche entfernt sind, so dass nur noch der nicht weiter umwandelbare Bestandtheil übrig bleibt, welcher nun endlich als eine erdige oder pulverige Rinde (Verwitterungsrinde) die Mineraloberfläche bedeckt und oft so fest und dicht derselben anhaftet, dass er die weitere Umwandlung der unter ihr liegenden Mineraltheile verhindert.

Erläuterungen:

1) Nach dem eben Mitgetheilten erscheint demnach die Verwitterung als der Process, durch welchen mittelst der Atmosphärilien aus festen, krystallinischen Mineralien, unkrystallinische, erdige Mineralien geschaffen werden, welche keine stöchiometrisch bestimmte Zusammensetzung haben. Es unterliegen also diesem Processe nur diejenigen Mineralien, welche einen Bestandtheil besitzen, der durch die Atmosphärilien vielleicht umgewandelt,

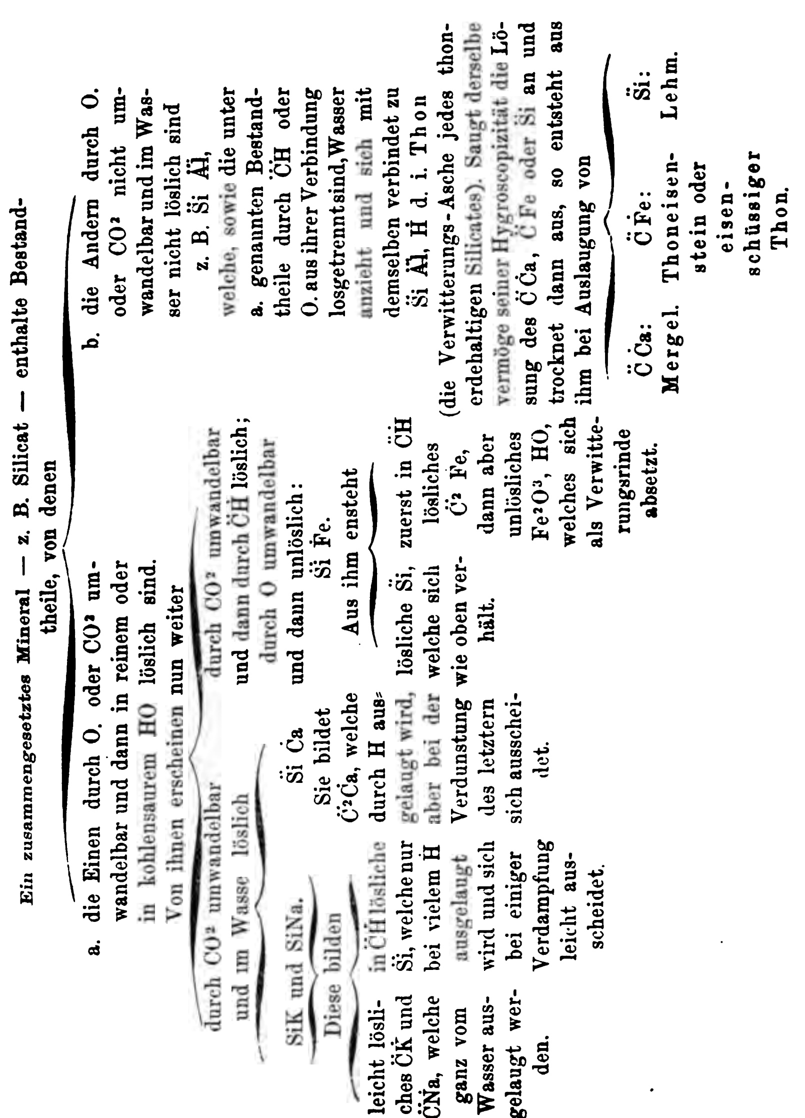
aber nicht gelöst werden kann. Zu diesen Bestandtheilen gehören in den am meisten auftretenden Mineralien strenggenommen nur die kieselsaure Thonerde, die dreifach kieselsaure Magnesia und das kieselsaure Eisen- oder Manganoxyd, welche bekanntlich nur Wasser aufsaugen und es mit sich verbinden können. Demnach werden auch alle diejenigen Minerale, welche eins oder mehrere dieser Salze enthalten, bei ihrer Umwandlung durch die Atmosphärilien eine unkrystallinische, erdige, pulverige oder auch derbe, bald aus kieselsaurem Thonerdehydrat (Thon oder Kaolin), bald aus dreifach kieselsaurem Magnesiahydrat (Walkererde, Speckstein, Meerschaum), bald aus beiden zugleich bestehende und oft auch mit Eisenoxyd gemischte Verwitterungsmasse hinterlassen. Enthalten sie nun aber ausserdem noch kieselsaure Kalkerde und kieselsaures Eisenoxydul, so können diese ebenerwähnten Verwitterungsproducte noch mit kohlensaurem Kalk, kohlensaurem Eisenoxydul oder statt dessen mit Eisenoxydhydrat und auch wohl mit erstarrter pulveriger Kieselsäure innig untermengt sein. Denn wenn auch diese ebengenannten Bestandtheile durch kohlensaures Wasser aus ihrer Verbindung mit der kieselsauren Thonerde oder Magnesia ausgelöst werden, so können sie doch nur dann ganz aus dem verwitternden Minerale verschwinden, wenn hinlänglich viel Wasser vorhanden ist. Findet dies letzte aber nicht statt, so verdunstet auch gleich ihre geringe Quantität kohlensauren Lösungswassers, sowie sie aus ihrer chemischen Verbindung heraus an die Gesteinsoberfläche treten. Und dann bleiben sie an derselben entweder für sich allein oder untermischt mit den erdigen Rückständen der Verwitterung als Rinde sitzen und wandeln so den Thon in Mergel, Lehm und eisenschüssigen Thon um, wie wir später noch näher erörtern werden. Die Verwitterungsrinde ist also für das zersetzte Mineral gewissermassen dasselbe, was für die verbrannte Pflanze die Asche ist.

Eine Abänderung erleidet freilich dieser Process, wenn in der nächsten Umgebung eines Minerales mit den ebengenannten, durch die Atmosphäre unzersetzbaren, Bestandtheilen' Schwefelmetalle sich befinden, welche durch Sauerstoff Schwefelsäure und schwefelsaure Salze bilden; denn dann werden durch diese die kieselsaure Thonerde und die kieselsaure Magnesia in krystallinische schwefelsaure Salze und hiermit die Verwitterung in die Metamorphosirung dieses Minerales umgewandelt.

2) Diesen verwitterbaren Mineralien gegenüber stehen alle, welche entweder durch die Atmosphärilien gar nicht angegriffen werden können z. B. Quarz, Thon, Serpentin, oder sich von ihnen umwandeln und ganz auflösen lassen z. B. Gyps und Kalkstein. Alle diese können strenggenommen nicht verwittern; wenn sich aber demungeachtet auf ihrer Aussenfläche eine Art Verwitterungsrinde bildet, so ist diese nur durch zu rasche Verdunstung ihres Lösungswassers entstanden und kann unter günstigen Verhältnissen auch wieder verschwinden, sobald nur hinlängliches reines oder kohlensaures

Wasser zu ihr gelangen kann. Sie ist demnach auch keine eigentliche Verwitterungsrinde, wenn man sie auch wohl so nennt.

3) Bei der Verwitterung entstehen also nach dem bisher Mitgetheilten durch Einfluss der Atmosphärilen aus einem multiplen Salze stets zweierlei Producte, nämlich im reinen oder kohlensauren Wasser lösliche unter günstigen Verhältnissen krystallisirbare und erdige oder derbe Massen. Auf welche Weise nun sich diese beiderlei Mineralsubstanzen bilden, ist oben in den §§. 22 und 23 schon mitgetheilt worden. Im Allgemeinen lässt sich diese Bildungsweise durch folgendes Schema versinnlichen:



b. Die Mineralmetamorphosirung.

§. 26. Die durch den Verwitterungsprocess geschaffenen und im kohlensauren Wasser löslichen Carbonate und Silicate der Alkalien und alkalischen Erden, sowie auch des Eisen- und Manganoxyduls werden in die Klüfte und Spalten der Felsarten geführt und hier entweder als selbstständige krystallinische Mineralien abgesetzt oder auch zur Krystallmetamorphose der Mineralien benutzt. Hiernach erscheint also, wie oben schon angedeutet worden, der Verwitterungsprocess als ein Mittel, durch welches erst die Agentien geschaffen werden, welche nun in der Tiefe und im Innern der Erdrinde die krystallinischen Minerale umwandeln.

Die durch sie hervorgerufene Metamorphose ist aber nun viel complicirter, als der Verwitterungsprocess selbst. Sie kann zwar ebenfalls durch Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser eingeleitet werden und auch von der Oberfläche eines Minerales ausgehen, aber in ihrem weiteren Fortgange ist es nothwendig, dass

1) die Umwandlungsagentien, unter denen nach dem eben Mitgetheilten sich nun die Bicarbonate der Alkalien und alkalischen Erden und auch wohl der Schwefelwasserstoff am meisten geltend machen, auch in das Innere des angegriffenen Minerales eindringen können, damit auch jedes kleinste Massetheilchen desselben Theil haben kann an der Umwandlung;
2) verhältnissmässig viel Wasser vorhanden ist, damit einerseits die Masse des Minerales überall gelockert und für die Aufnahme der Umwandlungsagentien vorbereitet wird, andererseits diese letzteren selbst ununterbrochen wirken können und ausserdem das von ihnen Ausgeschiedene vollständig aus der angeätzten Mineralmasse entfernt werden kann;
3) in dem zutretenden Wasser soviel Umwandlungsagentien vorhanden sind, dass von einem der vorhandenen Mineralbestandtheile grade soviel ausgelöst oder umgetauscht werden kann, als zur stöchiometrisch festen Zusammensetzung des neuen Minerales nothwendig ist;
4) die Verdampfungspotenzen nicht den begonnenen Umwandlungsprocess stören und zeitweise unterbrechen können.

Nur wenn alle diese Bedingungen im rechten Maasse gegeben sind, dann kann auch ein gegebenes krystallinisches Mineral vollständig in ein anderes, ebenfalls krystallinisches, ja sogar in mehrere andere krystallinische umgewandelt werden.

Aus den eben mitgetheilten Bedingungen geht demnach hervor, zunächst, dass die Krystallmetamorphose nur im Schoosse der Erdrinde und überhaupt nur an solchen Orten vor sich gehen kann, zu denen zwar das

eorwasser und die löslichen Producte der Organismen-Zersetzung gelan-
. aber der Sauerstoff selbst und die Verdampfungspotenzen nur einen
geringen Zutritt haben können; sodann, dass bei dieser eigenthümlichen
wandlungsweise der Mineralien hauptsächlich die im Wasser gelösten
ze der Alkalien und alkalischen Erden eine Hauptrolle spielen, da durch
allein der für diese Umwandlung nothwendige Stoffwechsel herbeigeführt
den kann; endlich, dass durch die genannten Agentien nur in solchen
ıeralien eine Metamorphose hervorgebracht wird, welche starkbasische
ıoxyde, vor allen Kalkerde und Eisen- oder Manganoxydul besitzen. Das
ere scheinbar nach Aussen geschlossener Felsklüfte und Blasenräume
r der von mikroskopisch feinen Haarspaltennetzen durchzogenen gemeng-
Felsarten ist der wahre Sitz und das Laboratorium dieser geheimniss-
en Metamorphose, durch welche die scheinbar starren Massetheilchen
s Minerales in Bewegung gesetzt und zum Stoffwechsel gezwungen
den.

Zusatz: Ueber den Verlauf dieses complicirten Processes läst sich
Allgemeinen nur angeben, dass,

) wenn gewöhnliches kohlensaures Meteorwasser auf ein Mineral einwirkt, stets der am leichtesten zu lösende Bestandtheil angegriffen wird, also in Silicaten z. B. immer zuerst die Kalkerde. Durch das hierdurch entstehende Bicarbonat aber werden dann auch die schwerer löslichen Theile angegriffen und entweder nur ausgelaugt oder auch zersetzt und in Carbonate umgewandelt. Wie sich hierbei die Silicate verhalten, ist oben bei dem Verhalten der Mineralien gegen kohlensaures Wasser schon besprochen worden. (§. 13.)

) wenn ein in kohlensaures Wasser nur schwer lösliches Salz — z. B. kohlensaure Magnesia oder kohlensaures Eisenoxydul — mit einem Minerale in Berührung kommt, welches einen in kohlensaurem Wasser leicht löslichen Bestandtheil besitzt, — z. B. Kalkerde —, so eignet sich dieser letztere die Kohlensäure des ihn berührenden schwer löslichen Salzes an und wird in Folge davon ausgelaugt, während sich die Basis des schwer löslichen Salzes mit der Säure des neu ausgelaugten Bestandtheiles verbindet und an dessen Stelle in der Mineralmasse tritt. Auf diese Weise wird aus Kalksilicaten die Kalkerde durch Magnesiacarbonat vertrieben und die Magnesia setzt sich mit Kieselsäure an die Stelle desselben.

c. Halbe Mineralmetamorphose.

§. 27. Zwischen der Verwitterung und der Krystallmetamorphose be-
et sich indessen noch eine Mittelstufe von Zersetzungen, durch welche
krystallinisches Mineral äusserlich in eine erdige und innerlich in eine
stallinische oder auch umgekehrt äusserlich in eine krystallinische und

innerlich in eine erdige Mineralmasse umgewandelt erscheint, bei welchen also der Verwitterungs- und Metamorphosirungs-Process zugleich oder auch nach einander gewirkt haben muss.

Der erste dieser beiden Fälle, in welchem ein krystallinisches Mineral äusserlich mit einer Rinde von Verwitterungsproducten umschlossen erscheint, kommt hauptsächlich in Felsspalten vor, welche früher scheinbar nach Aussen geschlossen waren und erst später z. B. durch bergmännische Arbeiten oder durch Wegfluthung der Erdschicht und der Vegetationsdecke oder auch durch Felszusammenstürze den Verdampfungspotenzen und Atmosphärilien mehr geöffnet worden ist, und wird jedenfalls dadurch hervorgebracht, dass auf einen entweder noch in der Umbildung begriffenen oder schon fertig umgebildeten Krystall die Verwitterungspotenzen einwirkten.

So findet man sehr häufig Eisenspathrhomboëder, welche von Aussen nach Innen hin in Brauneisenstein umgewandelt erscheinen, während ihr Kern noch aus reinem Eisenspath besteht; Kupferglanzkrystalle, welche nach Aussen hin zuerst in Kupfervitriol und darüber in erdigen Malachit übergehen. Ich besitze gut ausgebildete Kupfervitriolkrystalle, welche nach ihrer Oberfläche hin in erdiges Kupfergrün; Dolomitspathkrystalle, welche äusserlich mit einer porösen Lage von Bitterspath (Talkspath) überzogen sind; Bleivitriolkrystalle, welche nach Aussen hin allmälig in erdiges Bleicarbonat umgewandelt erscheinen. Es sind dies lauter Fälle, welche schon durch ihren chemischen Bestand zeigen, dass nach der vollständigen Umwandlung eines Krystalles neue Umwandlungsagentien, vor allen die Lösungen von kohlensauren Alkalien oder alkalischen Erden und die Atmosphärilien, auf den schon fertig gebildeten Krystall einwirkten, aber in ihrem Umbildungswerke durch die zu stark wirkenden Verdampfungspotenzen gehindert wurden. In allem diesen mag denn nun auch der Grund liegen, warum man diese Art von Umwandlungsproducten vorzüglich in den oberen, der Luft am ersten und meisten zugänglichen, Räumen von Gangspalten findet.

Die andere der beiden obengenannten Zersetzungs-Mittelstufen, nach welcher ein Krystall äusserlich ganz unversehrt und frisch erscheint, während sein Kern aus einer erdigen Masse besteht, zeigt zweierlei Umwandlungsproducte. Entweder nämlich besteht die erdige Masse, welche ein fester Krystall umschliesst, aus den Verwitterungsproducten der Mineralmasse des Krystalles oder aus einer seiner Natur nach ganz fremden Substanz. Der erste Fall ist leicht dadurch zu erklären, dass die Verwitterungsagentien, welche einen Krystall umgaben, durch die Spaltflächen desselben in sein Inneres eindrangen und hier, gegen die Verdampfungspotenzen geschützt, nachhaltig wirkten, während sie durch eben diese Potenzen von der Krystalloberfläche

immer schneller vertrieben wurden, ehe sie noch ihr Umwandlungswerk beginnen konnten. So findet man Augit- und Hornblendekrystalle, welche äusserlich ganz frisch erscheinen, in ihrem Innern aber mit Grünerde, dem Verwitterungsproducte dieser beiden Mineralien, angefüllt erscheinen; ja es kommt auch vor, dass die ganze Krystallmasse dieses Minerales nur noch aus Grünerde besteht. Ebenso hat man häufig Orthoklaskrystalle, welche äusserlich noch ihre glänzenden Oberflächen besitzen, innerlich aber aus Kaolin, ja selbst aus gemeinem Thon, dem Verwitterungsproducte des Orthoklas, bestehen. Endlich aber hat man auch solche Orthoklaskrystalle, welche äusserlich aus Kaliglimmer, einem Krystallumwandlungsproducte des Orthoklas, darunter aus Orthoklas selbst und im Kerne aus Kaolin bestehen.

Wenn nun aber ein Krystall eine seiner Natur nach ganz fremde unkrystallinische Mineralmasse umschliesst, dann ist nur eine Erklärung dieser Erscheinung möglich, wenn man die ganze Enstehungsweise eines solchen Krystalles erforschen kann.

So kommen in dem Gypse von Kittelsthal bei Eisenach Dolomitspathrhomboëder vor, welche ein schuppiges Aggregat von Kaliglimmerblättchen umhüllen. Wäre nicht in naher Umgebung dieses Gypses Magnesiaglimmerschiefer, welcher auf seinen Kluftflächen deutlich seine Umwandlung in Kaliglimmer, Dolomitspath und Quarzkrystalle zeigte, so würde man sich jene eigenthümliche Verbindung nicht erklären können. So aber wird sie deutbar, wenn man annimmt, dass der Dolomitspath im Gypse ebenfalls hervorgegangen ist aus der Zersetzung von Magnesiaglimmer-Aggregaten. (Vergleiche weiter hinten die Beschreibung des Gypses.)

Aber in demselben Gypse kommen auch, wiewohl seltener, Gypsspathprismen vor, welche einen Kern von Thon umschliessen. Diese Erscheinung möchte wohl nur dadurch zu deuten sein, dass zunächst dieser Gypsspath, wie auch schon die thonige Umgebung, in welcher er auftritt, von selbst lehrt, aus einem thonigen Brei ausschied und dann bei seiner Entwickelung zu Krystallen sich um schon härter gewordene Thonaggregate absetzte, wie es schon die aus einer Lösung heraustretenden Krystalltheile eines Minerales zu thun pflegen, sobald sie mit einem festen Körper in Berührung kommen. Vielleicht möchte in den meisten dieser Fälle, in denen ein Krystall eine ihm fremde unkrystallinische oder erdige Masse umschliesst, diese Masse der Stützpunkt gewesen sein, um welchen herum sich der aus einem Erdschlamme erst später entstehende Krystall abgesetzt hat.

§. 28. Soviel vorerst über die — für uns noch gar häufig räthselhafte — Umwandlung der krystallinischen Mineralien. Ehe wir jedoch dieselbe ganz verlassen, muss hier noch einer Reihe von Erscheinungen gedacht werden, welche in sehr vielen Fällen einen Aufschluss über die Krystall-

metamorphose der Mineralien gewähren und im engen Zusammenhange mit derselben stehen. Es sind dies die sogenannten Pseudomorphosen der Mineralien.

Wir haben in den vorigen §§. gezeigt, dass die Masse eines Krystalles theils durch Verlust von vorhandenen Bestandtheilen, theils durch Aufnahme von Bestandtheilen, theils aber auch durch Austausch von Bestandtheilen in ein neues Mineral umgewandelt werden kann. Wenn nun dieses neue Mineral nicht in der ihm eigenthümlichen Krystall- oder Körpergestalt auftritt, sondern in der Krystallform desjenigen Minerales, aus dessen Umwandlung es hervorgegangen ist, so bildet es eine Pseudomorphose oder einen Afterkrystall nach der Gestalt seines Mutterminerales.

Wenn also hiernach aus der Umwandlung des Bleiglanzes, welcher bekanntlich in Würfeln krystallisirt, Bleivitriol hervorgeht und nicht in den ihm eigenthümlichen rhombischen Pyramiden oder Prismen, sondern ebenfalls in Würfeln wie der Bleiglanz krystallisirt erscheint, so bildet er eine Pseudomorphose nach Bleiglanz.

Wenn ferner der aus Orthoklas entstehende, an sich nicht krystallinische, Kaolin in der Krystallform des Orthoklases auftritt, so bildet er eine Pseudomorphose nach dem letzteren.

Wenn nun endlich die erdige Grünerde in der Krystallform des, sie bei seiner Zersetzung liefernden, Augites in der Krystallform des letzteren erscheint, so bildet sie eine Pseudomorphose desselben. Eine ganz gewöhnliche Pseudomorphose dieser Art bildet auch der Brauneisenstein nach Eisenspath, indem er bei seiner Entstehung aus dem letztern die Rhomboëderform desselben beibehält.

Diese Art von Pseudomorphosen, — von welcher man nach ihren obengenannten Entstehungsweisen drei Gruppen unterscheiden kann, nämlich:

1) Pseudomorphosen durch Verlust von Bestandtheilen eines Minerales;
2) Pseudomorphosen durch Aufnahme von Bestandtheilen; und
3) Pseudomorphosen durch Austausch von Bestandtheilen;

— nennt man Umwandlungs- oder metamorphosische Pseudomorphosen.

Sie haben stets einen oder mehrere Bestandtheile mit ihrem Mutterminerale gemein und kommen in der Regel dann zum Vorscheine, wenn die Umwandlung eines Minerales ganz allmählich von der Oberfläche desselben ausgeht und nach seinem Innern vorwärts schreitet. In dieser Entstehungsweise liegt der Grund, warum man gar oft in den hierdurch entstehenden Pseudomorphosen noch den unzersetzten Kern ihres Mutterminerales findet und warum sie bald nur eine mehr oder weniger dicke Schale oder Hülle um ihr Muttermineral bilden (also sogenannte Umhüllungspseudomorphosen darstellen), bald auch den ganzen Raum des Krystalles, aus dessen Umwandlung sie hervorgegangen sind, ausfüllen (und

dann sogenannte Ausfüllungs- oder Verdrängungspseudomorphosen darstellen.

Ausser diesen aus der Umwandlung eines Krystalles entstandenen Pseudomorphosen, welche man in Beziehung auf ihre Abstammung verwandte ihres Mutterminerales nennen kann, giebt es indessen auch noch solche, welche ihrer ganzen chemischen Zusammensetzung nach den von ihnen umhüllten oder verdrängten Krystallen so fremd sind, dass man annehmen muss, dass sie nicht aus der Zersetzung der letztern entstanden, sondern von Aussen her in ihre Masse eingedrungen sind. Unter diesen, — für den Krystall, dessen Form sie sich zu eigen gemacht haben, fremdartigen — Pseudomorphosen kommen jedoch auch wieder Umhüllungs- und Ausfüllungs- oder Verdrängungspseudomorphosen vor.

1) Die fremdartigen Umhüllungspseudomorphosen bilden in der Regel eine dünne, amorphe oder kryptokrystallinische, auch wohl drusige, rauhe oder körnige, wohl niemals glatte und glänzende Rinde oder Schale, welche sich dem von ihr umschlossenen Krystalle so eng anschmiegt, dass, wenn man sie von dem letzteren behutsam lostrennt, ihr innerer Raum eine vollständige Form darstellt, mittelst welcher man sich einen Abdruck des früher von ihnen umschlossenen Krystalles machen kann. Sie haben in dieser Beziehung die grösste Aehnlichkeit mit den galvanoplastischen Abgüssen, welche man erhält, wenn sich z. B. aus einer Kupfervitriollösung gediegenes Kupfer als Rinde auf einem Eisenstabe absetzt, während dieser letztere selbst durch die bei der Zersetzung des Vitrioles freiwerdenden Agentien, — Schwefelsäure und Sauerstoff, — in Eisenvitriol umgewandelt wird. Indessen nicht immer ist der von ihnen anfangs umschlossene Krystall später noch vorhanden; vielmehr wird er oft durch Lösungsmittel, welche durch die Haarspalten und Poren seiner Umhüllungspseudomorphose sintern, aufgelöst und dann durch eben diese Oeffnungen seiner Umhüllung so ausgelaugt, dass nur noch diese letztere übrig bleibt und nun einen hohlen Raum umschliesst. Auf diese Weise findet man Pyrolusitpseudomorphosen nach Kalkspathskalenoëdern, welche inwendig ganz hohl sind; ebenso hat man hohle Ziegelerzpseudomorphosen in der Form von Kalkspathkrystallen gefunden. Wahrscheinlich wird in diesen und ähnlichen Fällen, wo sich schwer lösliche und an der Luft leicht durch höhere Oxydation zersetzende Carbonate der Schwermetalle als Ueberzüge auf Carbonaten der alkalischen Erden absetzen, eben durch die bei ihrer Oxydation freiwerdende Kohlensäure der von ihnen umhüllte Krystall der alkalischen Carbonate löslich gemacht. Manchmal kommt es nun aber auch wieder vor, dass später durch die Haarspalten solcher hohlen Umhüllungspseudomorphosen Minerallösungen durchsintern und zur Bildung einer neuen Mineralmasse Veranlassung geben, die nun entweder den hohlen Raum dieser Umhüllungsafterkrystalle wieder mehr oder weniger ausfüllt oder in

der Form von mikroscopischen Stalaktiten in denselben herabhängt, was eben zum Beweise dient, dass diese Ausfüllungsmasse durch die Rinde von Aussen her eingedrungen ist.

2) Die fremdartigen Ausfüllungs-Pseudomorphosen können aus den eben beschriebenen Umhüllungspseudomorphosen hervorgehen. Indessen sind dann für ihre Bildungsweise zweierlei Fälle möglich, nämlich:

a. Unter der Umhüllungs-Pseudomorphose war noch der eigentliche Krystall vorhanden und wurde allmälig von der durch die Umhüllung einsinternden neuen Mineralmasse in der Weise verdrängt, dass für jedes Massetheilchen der letzteren ein vorhandenes Theilchen ausgetrieben wurde. Indem nun so jedes neu einsinternde Mineraltheilchen ein Massetheilchen des Krystalles verdrängte und sich stets an die Stelle des letzteren einschob, wurde Schritt für Schritt die vorhandene Masse durch die neue vertrieben und gleich durch diese ersetzt, so dass zwar ein neues Mineral, aber keine neue Krystallform entstand. Die auf diese Weise entstandenen Afterkrystalle nannte Blum eigentliche Verdrängungs-Pseudomorphosen. So lange diese Art von Pseudomorphosen noch von der Umhüllung des früheren Krystalles umschlossen ist, kann man sich ihre Entstehung wohl erklären; ist aber diese Hülle auch durch spätere Auflösung verschwunden, so dass man nur die Verdrängungspseudomorphose allein vor sich hat, dann erscheint ihre Bildungsweise schwer zu deuten.

b. Unter der Umhüllungs-Pseudomorphose war der frühere Krystall schon ausgelaugt, so dass die von Aussen her neu einsinternde Mineralmasse nur die hohle Form desselben auszufüllen hatte. Die hierdurch entstandenen Ausfüllungspseudomorphosen sind meist amorpher oder mikrokrystallinischer Natur und füllen sehr häufig die vorhandene Krystallform nicht vollständig aus.

Ausser diesen beiden Arten der Ausfüllungspseudomorphosen giebt es noch eine dritte, welche auf rein mechanische Weise dadurch entsteht, dass eine wässerige Minerallösung oder auch ein Mineralschlamm in die hohle Form, welche ein Krystall nach seiner mechanischen oder chemischen Auslaugung in dem Gesteine, welches ihm früher zum Sitze diente, hinterlassen hat, eindringt und dieselbe nach Verdunstung seines Lösungs- oder Schlämmwassers ausfüllt. Auf diese Weise kommt Gyps in der Form von Kalkspathkrystallen, Thon in der Gestalt von Feldspath- und anderen Mineralkrystallen vor. Diese Art von Pseudomorphosen erinnert an die Krystallmodelle von Gyps, welche man erhält, wenn man die Gypsmilch in künstliche Krystallformen giesst und in denselben erstarren lässt, und besteht in den meisten Fällen aus einer amorphen erdigen Mineralmasse.

Soviel an diesem Orte über die so merkwürdigen Pseudomorphosen des Mineralreiches. Früher wenig oder nicht beachtet, hat man sie in der

neueren Zeit hauptsächlich durch Blums, Breithaupts, Heidingers, Knops, G. Roses u. a. verdienstvolle Forschungen, als die richtigen Wegweiser in das geheimnissvolle Gebiet der Mineralumwandlung erkannt und in Folge davon nach dem Vorgange Blums nach ihrer Entstehungsweise und ihrem Verhalten zu den von ihnen nachgeahmten Mineralgestalten zu classificiren gesucht.

So theilt Scheerer (Bemerkungen und Beobachtungen über Afterkrystalle. Braunschweig 1857) nach Ausscheidung der Para- und Perimorphosen die eigentlichen Pseudomorphosen in folgende Gruppen:

A. Monogene Pseudomorphosen:
- I. Syngenetische,
  - a. Umwandlungs-Ps.,
  - b. Verdrängungs-Ps.,
- II. Epigenetische,
  - a. Umhüllungs-Ps.,
  - b. Ausfüllungs-Ps.,

B. Polygene Pseudomorphosen:
- a. Bigene Ps.,
- b. Trigene Ps.,
- c. Tetragene Ps.

Kenngott (Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen 1856 und 1857) aber unterscheidet

die Umwandlungs-Pseudomorphosen als die eigentlichen Pseudomorphosen von den

Perimorphosen oder Umhüllungs-Pseudomorphosen und

Pleromorphosen oder Ausfüllungs-Pseudomorphosen und

versteht unter den Umwandlungs-Pseudomorphosen diejenigen Gebilde, in denen sich die ursprüngliche Mineralsubstanz verändert hat, während er die Perimorphosen und Pleromorphosen als fremdartige, von Aussen her einer Mineralmasse zugeführte Mineralsubstanzen bezeichnet.

Zur weiteren Belehrung über die Pseudomorphosen dienen ausser den ebengenannten Abhandlungen namentlich folgende Werke:

Blum: Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. Stuttgart 1843. Hierzu 1. Nachtrag 1847. 2. Nachtrag 1852. 3. Nachtrag 1863.

G. Bischoff: Lehrbuch der chemischen Geologie Bd. II. S. 186 ff.

Winkler: Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. München 1855.

III.

Von der Gesellschaftung oder Association der Mineralien, namentlich in Beziehung auf die Zusammensetzung der Felsarten.

§. 29. Wie schon in dem vorigen Abschnitte gezeigt worden ist, so kann jedes Mineral die Mutter von so vielen neuen Mineralien werden, als chemische Bestandtheile in ihm vorhanden sind, sobald nur Agentien von Aussen auf dasselbe einwirken können, durch welche es entweder neue Bestandtheile zugeleitet bekommt oder schon vorhandener beraubt wird oder neues erhält und altes verliert. Die hierdurch entstehenden neuen Mineralarten, — welche wir in Beziehung auf ihre Abstammung von einem Mutter- oder Maternalminer *Filialminerale* nennen wollen, — zeigen sich nun

entweder noch in irgend einer Verbindung mit ihrem Mutterminer und erscheinen dann:

- theils mit der noch in Umwandlung begriffenen Masse
- theils mit noch unzersetzten Resten
- theils auch mit noch frischen Individuen

ihres Mutterminerales verwachsen

oder getrennt von ihrem Mutterminerale und erscheinen dann:

- theils noch in Verbindung unter sich und zwar:
  - entweder mit anerkannten Zersetzungsproducten
  - oder als Ausfüllungsmasse des Krystallraumes
  - oder wenigstens noch in der nächsten Umgebung

  ihres Mutterminerales
- theils isolirt und ganz getrennt von einander.

und bilden

in dieser Verwachsung mit dem Mutterminerale oder unter sich *Vereine*, *Gesellschaftungen* oder *Associationen*.

Es können demnach durch die, aus der Umwandlung und Zersetzung eines Maternalminerales hervorgegangenen, Filialminerale sehr mannichfache Associationen gebildet werden. Die in einer solchen Association vorhandenen Minerale stehen nun, wie die obige Uebersicht zeigt, *je nach ihrem chemischen Bestande*

entweder noch mit ihrem Mutterminerale und auch unter sich	oder nur mit ihrem Mutterminerale und nicht unter sich	nur unter sich und nicht mit ihrem Mutterminerale:	oder endlich weder mit ihrem Mutterminerale noch unter sich

in irgend einem Verwandtschaftsverhältnisse.

Man kann also hiernach die sämmtlichen Filialmineralvereine (kurzweg: Filial-Associationen) in:

Verwandten-Associationen und Fremden-Associationen,
und diese wieder
in

Doppelverwandten Associationen — Einfachverwandten Associationen

eintheilen. — Mögen nun aber die Glieder dieser Gesellschaftungen unter sich verwandt sein oder nicht, so haben sie doch eine bestimmte Gesetzmässigkeit oder Normalität, insofern sie einerseits aus bestimmten Maternalmineralarten unter Einwirkung bestimmter Umwandlungsagentien und überhaupt unter dem Einflusse bestimmter äusserer Verhältnisse entstanden sind und auch immer entstehen werden, und andererseits immer in einer bestimmten Reihenfolge um- oder übereinander unter sich verwachsen erscheinen. Sie bilden also unter bestimmten Verhältnissen in sich abgeschlossene Kreise (Associationskreise). Und eben darum wird man auch die Zusammengehörigkeit ihrer Glieder immer wieder leicht erkennen, so lange sie noch mit ihrem Mutterminerale oder unter sich selbst in irgend einem Verbande stehen. Ist dies freilich nicht der Fall, ist ihr Muttermineral ganz verschwunden oder sind sie selbst durch Wasser ganz aus dem Bereiche der letzteren entfernt und zwischen anderen, - ihnen in jeder Beziehung fremden, - Mineralvereinen wieder abgesetzt worden, dann wird man nur noch in dem Falle ihre Zusammengehörigkeit erkennen können, wenn ihre Glieder entweder sich selbst noch chemisch verwandt oder schon durch vielfache Erfahrung als gemeinsame Zersetzungsproducte eines bestimmten Mutterminerales bekannt sind.

§. 30. Es bilden indessen nicht blos die aus der Zersetzung eines Mutterminerales hervorgegangenen Filialminerale solche Associationen, sondern es setzen auch die Mutterminerale dieser Vereine selbst mit anderen, nicht aus ihnen entstandenen, Mineralien Associationen zusammen. Hierdurch können wieder mehrfache Associationskreise entstehen, nämlich

ein Associationskreis,
welchen

1) das Muttermineral einer Filialassociation mit Mutterminerallen von anderen Filialassociationen bildet;	2) ein solches Muttermineral mit Filialminern des einen oder anderen mit ihm verbundenen Mutterminerales bildet;	3) die unter sich verbundenen Mutterminerale mit Filialmineralen bilden, die aus der Verbindung der gegenseitigen Zersetzungsproducte hervorgegangen sind.	4) welcher nur aus den Filialminern besteht, die aus der Umwandlung jedes einzelnen Mutterminerales entsprungen sind.

Nach allen diesen kann also ein Mineral in so verschiedenen — und noch dazu in ihrer Art gesetzmässigen — Associationskreisen auftreten, dass es sehr schwierig wird, ein bestimmtes Gesetz nicht nur für sein Auftreten in den einzelnen Kreisen, sondern überhaupt auch für die Constitution dieser einzelnen Associationskreise aufzustellen. Diese Schwierigkeit kann in der That nur dadurch gehoben werden, dass man sich über den Begriff Maternal- und Filialmineral klar wird. Jedes Mineral kann nämlich zu gleicher Zeit maternal und filial sein, wenn es aus einem schon vorhandenen Minerale erzeugt wird und dann wieder aus sich heraus neue Mineralien erzeugt. Der Orthoklas kann z. B. aus dem Oligoklase hervorgehen und ist demnach in Beziehung auf den letzteren ein Filialmineral, aber er kann selbst wieder aus sich heraus Kaliglimmer, Quarz, Topas oder Kaolin erzeugen und erscheint daher in Beziehung auf diese Mineralien wieder als Maternalmineral. Wo ist also da der Anfang und das Ende dieser Associationen zu finden? Welches sind da die Grundsteine, auf welchen man das ganze Mineralgesellschaftsgebäude aufführen soll? Welches überhaupt die Urmütter des ganzen Mineralreiches? — Von der Beantwortung dieser Fragen hängt in der That das ganze Gebäude und die ganze Gesetzmässigkeit der Mineralassociationskreise ab. Wir müssen deshalb versuchen, dieselben im Folgenden vor allen Dingen zu beantworten, wenn wir uns dabei auch, — wie es ja geschichtlich immer geschieht, — in die ersten Bildungsstadien der Erdrinde zurückversetzen und die muthmasslichen primitiven Mineralarten aufsuchen müssen.

§. 31. Primitive Minerale und ihre Associationen. — Wie wohl ziemlich allgemein angenommen wird, so bestand der Erdkörper in dem ersten Stadium seiner Entwickelung aus einer glühenden, im Schmelze befindlichen, Masse, welche hauptsächlich aus solchen Stoffen zusammengesetzt war, die selbst in sehr hohen Hitzgraden nicht gasförmig werden konnten, und war umhüllt von einer dichten, heissen Atmosphäre, welche neben Wasserdampf und den gewöhnlichen Atmosphärilien eine grosse Menge dampfförmiger Mineralelemente enthielt. Unter den nicht verdampf-

baren Bestandtheilen der Erdmasse selbst herrschten allem Anscheine nach einerseits die alkalischen Erden und eigentlichen Erden, vielleicht auch die Oxyde des Chroms, Eisens und Mangans, andererseits die Titan- und vor allem die Kieselsäure vor; denn grade diese letztere Säure zeigt in den den höchsten Hitzegraden zu allen basischen Elementarverbindungen eine so starke Verbindungskraft, dass sie nicht nur alle anderen Umwandlungsstoffe, — selbst die so starke Schwefelsäure, — aus ihren Verbindungen austreibt, sondern sich auch zu gleicher Zeit mit allen möglichen basischen Oxyden zu den meistbasischen Salzkörpern verbinden kann. Unter den dampfförmigen Bestandtheilen der glühheissen Erdhülle dagegen machten sich wahrscheinlich die Oxyde der Alkalien und derjenigen Schwermetalle, welche in hohen Hitzegraden dampfförmig werden können, so Blei, Wismut, Kupfer, Silber, Gold u. s. w. bemerklich. — So lange nun die Erdmasse selbst im Schmelz, ihre Gashülle aber glühheiss blieb, verhinderte die Hitze selbst jede Reaction zwischen den Substanzen dieser beiden Körpermassen aufeinander, und es konnten sich in Folge davon aus dem Schmelze des Erdkörpers allein nur säureüberreiche Thonerde-, Magnesia-, Kalk-, Eisenoxydsilicate im bunten und schwankenden Gemische entwickeln. Als aber in Folge von Wärmeausstrahlung nach dem Weltenraume hin zuerst die gasförmige Umhüllung des Erdkörpers und dann weiter dieser selbst an seiner Oberfläche sich abzukühlen begann, da schlugen sich aus der Atmosphäre die Alkalien und Schwermetalloxyde in der Form von im Meteorwasser aufgelösten Bicarbonaten nieder. Indem sie nun auf diese Weise mit den zwar in Erstarrung begriffenen, aber noch weichen und darum durchdringlichen Kalk-, Magnesia-, Thonerdesilicaten in Berührung kamen, tauschten sie ihre Säuren theilweise mit der Kalkerde und wohl auch mit der Magnesia aus, so dass jetzt nun:

1) Silicate, welche reich an Kieselsäure und allen möglichen Alkalien und Schwermetalloxyden, aber arm an Kalkerde, Baryt, Magnesia und Eisenoxydul waren;
2) Silicate, welche reich an Magnesia, Eisenoxydul und anderen Schwermetalloxyden und auch wohl an Kalkerde, aber arm an Alkalien waren;
3) Carbonate des Kalkes, Barytes und Eisenoxydules, welche ausgelaugt wurden und in dem Wasser, welches jetzt nun die Erdoberfläche bedeckte, gelöst blieben;

entstanden. — Da nun alle diese Silicate aus, an Basen und Kieselsäure reichen, Mutterlösungen hervorgingen, so mussten sie natürlich auch sehr basenreich, zugleich aber auch schwankend in ihrer quantitativen Zusammensetzung sein, und da sie sich aus concentrirten Lösungen und unter dem Einflusse des heissen Erdinnern sehr rasch entwickelten, so konnten sie einerseits meistens ihre Körperformen nicht vollständig entwickeln und

andererseits kein Wasser in sich aufnehmen oder festhalten. Charakteristisch ist demnach für diese zuerst entstandenen Mineralarten, welche wir Primitiv- oder Urminerale nennen wollen, dass sie

1) sehr reich an Basen aller Art sind;
2) eine quantitativ sehr schwankende Zusammensetzung haben;
3) kein Wasser enthalten;
4) gewöhnlich nur unvollständig entwickelte Krystallformen zeigen.

Erläuternde Zusätze:

1) Da die bisjetzt bekannt gewordenen ältesten Felsarten nur aus wasserlosen Silicaten bestehen, so lange sie scheinbar noch ganz frisch sind, und da auch noch gegenwärtig namentlich die frisch aus dem Meeresbette hervorbrechenden vulcanischen Mineralmassen fast ausschliesslich aus schwankend zusammengesetzten, basenreichen und im frischen Zustande wasserlosen Silicaten bestehen, so erscheint die obengegebene Ansicht nicht unwahrscheinlich, sobald man überhaupt annimmt, dass die Erdkugel im ersten Stadium ihrer Entwicklung sich im vollen Schmelze befunden hat. Rechnet man dazu, dass die Kieselsäure fast alle anderen Säuren in der Schmelzhitze aus ihren Verbindungen treibt und dass sich in hohen Hitzegraden weder Carbonate noch Sulfate halten können; ja dass bei Gegenwart von heissen Wasserdämpfen oder gar von Wasserstoffgas auch die Schwefelmetalle keinen Bestand haben, so ist die Annahme, dass sich im ersten Stadium der Erdentwicklung nur Silicate entwickeln konnten, gewiss sehr wahrscheinlich.

2) In den Associationen der Silicate findet man nun in der Regel:

1) Kieselsäurereiche Silicate mit kieselsäureärmeren Silicaten und dann noch häufig mit Quarz;
2) Kieselsäurearmere Silicate mit kieselsäurearmen Silicaten und dann stets ohne Quarz.

Wie man sich diese und ähnliche Erscheinungen in den Associationen der Silicate erklären soll, darüber mögen folgende Erfahrungen und Andeutungen Aufschluss geben:

Befinden sich mehrere ungleich starke Basen in einer säurehaltigen Flüssigkeit, so bemächtigen sich die stärkeren derselben der vorhandenen Säure eher, als dies die schwächeren vermögen. Ist nun gerade so viel Säure vorhanden, als jene stärkeren Basen zu ihrer Sättigung brauchen, so bleiben die schwächeren Basen frei in der Flüssigkeit zurück. Ist aber mehr Säure vorhanden, als die stärkeren zu ihrer vollen Sättigung brauchen, so verbindet sie sich nun noch mit der nächst ihnen schwächeren Basis. Das so entstandene Salz der schwächeren Basis kann dann entweder mit dem Salze der stärkeren Basis sich zu einem Doppelsalze verbinden oder auch für sich allein auftreten, wenn es sich erst nach der Entwickelung des stärkeren Salzes gebildet hat.

Unter allen Basen sind bekanntlich die Alkalien die säuregierigsten;

nach ihnen folgen die alkalischen Erden und die isomorphen Monoxyde der Schwermetalle; die schwächsten der Basen sind im Verhältnisse zu den obengenannten die Sesquioxyde der Erden und Schwermetalle, namentlich die Thonerde, das Eisen-, Mangan- und Chromoxyd; ja diese letzteren können sogar den Alkalien gegenüber die Stelle einer Säure vertreten. Befinden sich nun in einer und derselben Mutterlösung neben einer gemeinschaftlichen Säure zugleich Alkalien, alkalische Erden und die ebengenannten Sesquioxyde, so werden sich stets zuerst die Alkalien mit der vorhandenen Säure vollständig sättigen; bleibt nun noch Säure übrig, so wird dieselbe von den alkalischen Erden aufgenommen. Für die Sesquioxyde bliebe dann nur der jetzt noch übrige Rest der Säure, wenn nicht merkwürdiger Weise die Alkalien, alkalischen Erden und Monoxyde der Schwermetalle eine besondere Neigung hätten, sich mit den Salzen der Sesquioxyde zu Doppelsalzen zu verbinden und in Folge davon in dem Augenblicke, wo sie selbst sich mit der Säure sättigen, diese Sesquioxyde anregten, Säure anzuziehen, so dass sie nun ebenfalls Salze bilden, mit denen sich nun augenblicklich jene alkalischen Salze zu Doppelsalzen verbinden. Diese eigenthümliche Erscheinung tritt namentlich bei den Sulfaten und Silicaten hervor, in denen man vorherrschend

die Sulfate oder Silicate	der Alkalien, alkalischen Erden oder Schwermetallmonoxyde	mit Sulfaten oder Silicaten	der Thonerde, des Eisen-, Mangan- oder Chromoxydes

zu multiplen Salzen verbunden sieht.

3) Am meisten und verschiedenartigsten treten jedoch diese eigenthümlichen Verbindungsverhältnisse bei den aus gemeinschaftlichen Mutterlösungen entstehenden Silicatarten hervor:

a. Wenn in einer solchen Mutterlösung weit mehr Kieselsäure vorhanden ist, als zur vollständigen Sättigung aller vorhandenen Basen gehört, so werden sich beim Vorhandensein von Alkalien, alkalischen Erden und Thonerde oder auch Eisenoxyd kieselsäurereiche Silicate bilden, und zwar:

α. wenn Alkalien vorherrschen,

1) zunächst alkalienreiche Thonerdesilicate (z. B. Orthoklas, Albit, Oligoklas);

2) nach ihnen: alkalienarme, aber an alkalischen Erden oder Eisen- und Manganoxydulreiche Silicate (z. B. Turmalin, Granat, Hornblende), welche

a. beim Vorhandensein von hinlänglicher Thonerde noch Thonerdesilicate,

b. beim Mangel an Thonerde und Vorhandensein von Eisenoxyd

dieses letztere an der Stelle des ersteren in sich aufnehmen und nun thonerdelose Eisensilicate

darstellen;

3) endlich aus der nun noch übrigen Kieselsäure: Quarz;

β. wenn die alkalischen Erden oder die ihnen isomorphen Monoxyde des Eisens und Mangans vorherrschen,

1) zunächst Silicate mit diesen ebengenannten Basen und den vorhandenen Alkalien;
2) sodann alkalienlose Kalkerde-, Magnesia- oder Eisenoxydulsilicate;
3) endlich Quarz.

b. Wenn dagegen eine Mutterlösung nicht soviel Kieselsäure enthält, als zur vollständigen Sättigung der in ihr vorhandenen Basen nöthig ist, dann werden sich in ihr unter den schon bei a. genannten Verhältnissen kieselsäurearme Silicate, aber nie zugleich auch Quarz bilden können; ja dann kann es vorkommen, dass sogar die Thonerde oder auch das etwa vorhandene Eisensesquioxyd zum Theil die Stelle der fehlenden, aber doch nöthigen Kieselsäure vertreten muss. Dies vorausgesetzt wird in diesen Fällen gewöhnlich neben einem kieselsäurereicheren Silicate, welches die vorhandenen Alkalien oder statt deren Kalkerde enthält (— z. B. Labrador —) ein kieselsäureärmeres, aber Eisen- und auch wohl Manganoxydul haltiges, alkalienloses Silicat entstehen.

Hiernach würden also entstehen aus einer

an Kieselsäure überreiche Lösung: kieselsäurereiche Silicate mit Quarz. Diese Silicate selbst würden dann sein:		an Kieselsäure armen Lösung: kieselsäurearme Silicate ohne Quarz. Diese Silicate würden nun selbst wieder sein:	
theils alkalien- und thonerdereiche Silicate mit mehr Kieselsäure;	theils alkalien- und thonerdearme Silicate mit wenigerer Kieselsäure;	theils Kieselsäure reichere, Thonerde und Alkalien oder Kalkerde haltige;	theils Kieselsäure ärmere, wenig oder keine Thonerde und Alkalien, aber Eisenoxyd haltige
		Silicate.	

In der That findet man auch in der Natur die kieselsäureichen Feldspathe (Orthoklas und Oligoklas) fast stets im Verbande mit Quarz und einem alkalien- und thonerdearmen Silicate (Turmalin, Granat, Glimmer, Hornblende); die kieselsäurearmen Feldspathe (Anorthit und Labrador) dagegen mit einem thonerdearmen, aber viel Eisenoxyd und Kalkerde haltigem Silicate (Augit, Kalkhornblende, Diallag, Hypersthen etc.) ohne Quarz.

Man könnte hierbei freilich entgegnen, dass z. B. Orthoklas auch mit kalireichem Glimmer vorkommt; allein wenn man bedenkt, dass in dem eben erwähnten Falle der Kaliglimmer höchst wahrscheinlich erst später aus dem Turmaline durch Zutritt von kieselsaurem Kali entstanden, und dass es überhaupt erwiesen ist, dass viele alkalienarme Silicate erst später durch Aufnahme von kieselsauren Alkalien in alkalienreiche umgewandelt werden, so möchte die obige Angabe wenigstens im Allgemeinen ihre Gültigkeit behaupten.

§. 32. Primäre Maternalmineralien und ihre Associationen. Von den im vorigen Paragraph angedeuteten Urmineralien werden indessen gegenwärtig vielleicht nur noch an denjenigen Orten der Erdrinde, zu denen weder das Wasser noch die in ihm auflösbaren Umwandlungsagentien gelangen können, Ueberreste gefunden: am ersten noch im tiefsten Innern des Grundschiefergebirges, wahrscheinlich auch in den frischen Eruptionsmassen der noch gegenwärtig aus dem Grunde des Oceanes hervorgetriebenen Vulkaneninseln; gewiss aber am wenigsten in den von Erzlagerstätten und Erzgängen — diesen muthmasslichen Abkömmlingen der Primitivmineralien — durchzogenen Felsarten. Wenn wir nun aber auch in der Gegenwart diese Urahnen des Mineralreiches nirgends mehr mit voller Sicherheit auffinden können, so ist es uns doch gestattet, unter den noch gegenwärtig vorhandenen Mineralarten diejenigen, welche ihrem ganzen Habitus nach den oben aufgestellten Ansprüchen am meisten sich nähern und jedenfalls als die ersten — durch Auslaugung der überflüssigen Bestandtheile, (z. B. der überschüssigen Baryterde und Kalkerde, des Fluorcalciums, der Schwermetalle und der Kieselsäure) entstandenen — Umwandlungsproducte oder Tochterminerale (daher: Primäre Maternalmineralien) der Primitivmineralien anzusehen sind, als Repräsentanten dieser letzteren gelten zu lassen. Und als solche Repräsentanten oder primäre Maternalmineralien müssen wir nach dem Obigen aufstellen:

> alle vielbasischen, quantitativ schwankend zusammengesetzten, wasserlosen, — meist auch schwermetallhaltigen, — Silicate, welche nur selten in vollständig entwickelten Krystallformen auftreten, und bis jetzt wenigstens noch nicht mit Bestimmtheit in Pseudomorphosen nach anderen, anerkannt jüngeren, Mineralien gefunden worden sind.

Zu diesen Primärmaternalminern müssen alsdann unter den Gemengtheilen der Felsarten gezählt werden:

a. unter den Edelkieseln:

1) die vielfach zusammengesetzten, Boroxyd, Phosphorsäure, Fluor, Kalkerde, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul- (und wahrscheinlich auch Zinnoxyd-) haltigen Turmaline;

2) die Thonerde, Magnesia, Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul- (Titan-

säure und auch wohl Chromoxyd-) haltigen Granate, so namentlich die Pyrope, welche mit zu den Müttern des Talkes und Serpentines gerechnet werden müssen;

3) die wasserlosen, Magnesia, Eisenoxydul, Nickeloxyd, Titan- und Phosphorsäurehaltigen Chrysolithe (Olivine);

4) die wasserlosen Cordierite (Dichroite);

b. unter den Amphiboliten:

1) die Thonerde, viel Magnesia, wenig Kalk, Kali, Natron, Eisenoxydul, Fluor und Titansäure- (auch Gold-) haltigen Hornblenden;

2) die Thonerde, viel Kalkerde, wenig Magnesia, Eisen- und Manganoxydulhaltigen Augite;

c. unter den Phengiten: die wasserlosen, Thonerde, Kali, Magnesia, Eisenoxydul, Fluor, Phosphorsäure- (wahrscheinlich auch meistens Titansäure und Zinnoxyd-) haltigen Glimmer.

Bemerkenswerth erscheint in den eben genannten Mineralien zunächst der nie fehlende Gehalt an Magnesia und Eisenoxydul, sodann der Gehalt an Fluor, Phosphor- und Titansäure; endlich in den Hornblenden der Gehalt an Gold und in den Turmalinen und Glimmern der Gehalt an Zinnoxyd. Ich möchte ihn grade für diese Mineralien als Primärmineralien bezeichnend nennen. Es liesse sich hierdurch dann auch erklären, warum Zinnoxyd, Apatit, Fluorit und Rutil oder Sphen hauptsächlich in der Association der Turmaline, Glimmer und Hornblenden und warum man Gold und Rutil vorzüglich in der Gesellschaft der Hornblende antrifft: es wären in diesem Falle Apatit, Fluorit, Chlorit, Quarz, Titaneisenerz, Rutil, Sphen, Zinnerz und Gold Auslaugungs- und Zersetzungsproducte der obengenannten Primärmaternalmineralien.

d. unter den Feldspathen: die zugleich Kali, Natron, Kalk- und Baryterdehaltigen Plagioklase, zu denen namentlich die als Gemische von Orthoklas und Albit und von Albit und Labrador oder Anorthit anzusehenden Oligoklase und die Kali-Natronorthoklase zu rechnen sind;

e. endlich auch die krystallinischen, aber nicht auskrystallisirten Quarze.

In Ermangelung der ächten Urminerale lassen wir nun im Folgenden diese Primärfilialminerale als die Muttermineralien gelten, welche durch ihre Zersetzung, Auslaugung oder Umwandlung alle späteren Mineralarten und deren Gesellschaftungen erzeugt haben und so zugleich den Grund und Boden bilden, auf welchem nun das complicirte Gebäude aller anderen Mineralassociationen aufgebaut werden kann. Ehe aber zur Aufstellung dieser letzteren übergegangen werden kann, ist es nothwendig, zunächst die Merkmale anzugeben, durch welche die Associationen dieser primären

Filialminerale, welche wir aber aus dem oben angegebenen Grunde primäre Maternal-Associationen nennen wollen, ausgezeichnet sind:

1) Zunächst müssen die in ihnen auftretenden Mineralarten die oben schon genannten Charaktermerkmale besitzen und demgemäss aus den ebenfalls schon erwähnten, wasserlosen und nicht als Pseudomorphosen auftretenden, Siliciolithen bestehen.
2) Es dürfen daher auch in ihnen keine quantitativ bestimmt zusammengesetzten, einfachen Feldspathe, wie Adular, Albit oder Anorthit, keine wasserhaltigen Silicate, noch weniger Carbonate, Sulfate oder Sulfurete und am wenigstens Minerale, welche anerkannte Zersetzungs- oder Verwitterungsproducte sind, vorkommen. Ist dies aber doch der Fall, so ist dies nur ein Beweis, dass die Charakterminerale dieser Associationen schon in der Umwandlung begriffen sind.
   Wie schon im ersten Abschnitte wiederholt gezeigt worden ist, so sind wohl alle Carbonate, Sulfate und Sulfurete secundäre Mineralbildungen, welche durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoffhaltiges Wasser erzeugt worden sind. Die Sulfurete waren anfangs Carbonate oder Silicate oder auch Oxyde; die Sulfate dagegen waren erst Sulfurete und wurden dann durch Sauerstoff in schwefelsaure Salze umgewandelt. Aus diesem Grunde schon dürfen diese Mineralarten nicht in primären Muttervereinen vorkommen. Später mehr davon.
3) Sie bilden bunt durch einander gewachsene Aggregationen, deren einzelne Individuen selten vollständig auskrystallisirt erscheinen.
4) Drusenbildungen kommen nicht in ihrer Masse vor, so lange die sie constituirenden Minerale frisch sind.
5) Sie können nicht in Gängen auftreten, welche andere Gebirgsarten durchsetzen; denn dann wären sie jünger als diese.

§. 33. Primäre Filialminerale und ihre Associationen. Den im Vorigen angegebenen Maternalmineralien werden durch Kohlensäurehaltiges Wasser so lange überschüssige Bestandtheile — (namentlich Kalkerde, Baryterde, Eisenoxydul und andere Schwermetalloxyde) — entzogen, bis die noch vorhandenen in solchen Quantitäten auftreten, dass sie festere, nicht mehr so leicht durch Umwandlungsagentien angreifbare, stöchiometrisch bestimmbare Mischungen bilden. Hierdurch entstehen aus ihnen mehrere ganz neue Gruppen von Mineralarten nämlich:

1) eine Gruppe, welche durch die Rückstände der Auslaugungen, also durch die ausgelaugten Mutterminerale selbst gebildet werden. (I. Gruppe.)

2) eine Gruppe, welche durch die ausgelaugten Producte gebildet werden, indem sich

- a. die Auslaugungsproducte des einen Minerales in die Masse des andern ausgelaugten Mutterminerales einschieben. (II. Gruppe.)
- b. die Auslaugungsproducte der Muttermineralien
  - α. untereinander zu neuen Mineralien verbinden. (III. Gruppe.)
  - β. jedes Auslaugungsproduct für sich allein ein besonderes Mineral bildet. (IV. Gruppe.)

Da die auf diese Weise entstehenden neuen Mineralarten, welche wir primäre Filialminerale nennen wollen, nach ihrer chemischen Zusammensetzung sowohl unter sich, wie auch ihrem Mutterminerale gegenüber sehr verschiedenartig sind, so bedarf jede ihrer vier Gruppen eine besondere Beschreibung.

§. 34. Die zu der I. und II. der eben angegebenen Gruppen gehörigen Filialminerale sind eigentlich nichts weiter als die metamorphosirten Mutterminerale selbst und stehen darum in der Regel in irgend einer nahen Bestandesverwandtschaft und Association zu diesen ihren Muttermineralien, so dass schon durch diese beiden Beziehungen ihre Abstammung und Zusammenhörigkeit erkannt werden kann.

1) In Beziehung auf die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Filialminerale zu ihren Muttermineralen sind namentlich folgende Abstufungen zu bemerken. Das Filialmineral ist nach dem Obigen entstanden aus dem Muttermineral:

- entweder durch blosse Auslaugung von Basen;
- oder durch Zertheilung des Mutterbestandes;
- oder durch Zutritt eines neuen basischen Bestandtheiles;
- oder durch Auslaugung eines vorhandenen und Zutritt eines neuen Bestandtheiles,
  - sei es einer neuen Basis, welche
    - einer vorhandenen Basis isomorph ist.
    - oder fremdartig und nicht isomorph ist.
  - sei es eines neuen, — isomorphen oder auch fremdartigen —, Umwandlungsstoffes.

Die so entstandenen Filialminerale haben demnach nicht alle gleiche Verwandtschaftsbeziehungen zu ihren Muttermineralien. Durch diese Be-

ziehungen nun werden folgende Grade oder Abstufungen der Verwandtschaft zwischen den Filialmineralen und ihren Muttermineralen hervorgerufen, welche von der höchsten Bedeutung für die Associationsverhältnisse dieser Mineralverwandten sind:

I. Verwandtschaftsgrad: Die Filialminerale haben mit ihrem Mutterminerale eine qualitativ und quantitativ sehr nahe stehende Zusammensetzung (und lassen sich demnach ganz oder fast auf eine und dieselbe stöchiometrische Formel zurückführen).

a. Gruppe: Die Filialminerale besitzen mit ihrem Mutterminerale ganz gleichen Umwandlungsstoff, aber eine Basis des Mutterminerales ist:

1. Sippe: theilweise durch eine andere, aber isomorphe vertreten.
2. Sippe: ganz durch eine andere, aber isomorphe ersetzt.
3. Sippe: ganz aus dem Bestande verschwunden.

In diese Sippen gehören vor allen die Filialminerale des Oligoklas: Orthoklas und Albit; dann des Labradors: Anorthit.

b. Gruppe: Die Filialminerale besitzen einen anderen Umwandlungsstoff als ihr Muttermineral. Indessen ist derselbe doch dem des letzteren isomorph und vertritt ihn oft auch nur theilweise. Dabei sind ihre Charakterbasen mit denen des Mutterminerales:

1. Sippe: ganz gleichartig.
2. Sippe: nicht ganz gleichartig, aber doch isomorph.

Hierher gehört der Turmalin mit seinem Filialminerale, dem Kaliglimmer.

II. Verwandtschaftsgrad: Die Filialminerale haben mit ihrem Mutterminerale eine qualitativ sehr ähnliche, aber quantitativ unähnliche Zusammensetzung (und lassen sich demnach nicht auf die stöchiometrische Formel des letzteren vollständig zurückführen).

Unter den hier vorzugsweise zu berücksichtigenden Silicaten treten in dieser Beziehung hauptsächlich folgende Gruppen auf:

a. Gruppe: Die Menge des Umwandlungsstoffes (d. i. der Kieselsäure) beträgt ebenso wie die Menge der Basen im Filial- und Muttermineral gleichviel, aber das erstere besitzt ausserdem noch Wasser.

Cordierit besteht aus $\dddot{\overline{Al}}^2 \dddot{Si}^3 + 2 \dot{Mg} \dddot{Si}$; Fahlunit dagegen aus $\dddot{\overline{Al}}^2 \dddot{Si}^3 + 2 \dot{R} \dddot{Si} + 3 \dot{H}$.

b. Gruppe: Die Menge des Umwandlungsstoffes ist in dem Filialminerale geringer als in dem Mutterminerale bei sonst gleicher Quantität der Basen.

Orthoklas besteht aus $\dot{K} \dddot{Si}^3 + \dddot{\overline{Al}} \dddot{Si}^3$, enthält also 6 Atom Kieselsäure; Leucit dagegen besteht aus $\dot{K} \dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}} \dddot{Si}^3$, enthält also nur 4 Atome Kieselsäure.

c. Gruppe: Die Menge des Umwandlungsstoffes ist in dem Filial- und Mutterminerale gleich, aber die Quantität der wesentlichen und isomorphen Basen oder Theilsalze ist ungleich.

In diese Gruppe gehört z. B. der Kalkthongranat von der Formel $m \dot{R}^2 \ddot{Si} + n \ddot{Al}^2 \ddot{Si}^3$ mit seinen Filialarten, Vesuvian und Epidot; den diese drei Mineralien haben zwar alle die eben genannte Formel, allein

im Granat ist $m = 3$ und $n = 1$,
im Epidot ist $m = 3$ und $n = 2$,
im Vesuvian ist $m = 9$ und $n = 2$.

Ebenso mag auch hierher gehören die Thonmagnesiahornblende und der Magnesiaglimmer; denn beide haben die Basen $\dot{R} = \dot{Mg} + \dot{Fe}$ und $\ddot{R} = \ddot{Al}$ oder $\ddot{Fe}$ mit einander gemein und unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass in der Hornblende nächst der Magnesia die Kalkerde vorherrscht, während im Glimmer die Kalkerde fast ganz verschwindet und dafür Kali auftritt.

d. Gruppe: Filial- und Muttermineral haben ungleiche Quantitäten an Umwandlungsstoff und an Basen.

Chrysolith, welcher aus $\dot{R}^2 \ddot{Si}$ wobei $\dot{R} = \dot{Mg} + \dot{Fe}$ ist, besteht, und Serpentin, welcher aus $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + 2 \dot{H}$ besteht. Cordierit, Pinit und Glimmer, unter denen

Cordierit $= \ddot{Al}^2 \ddot{Si}^3 + 2 \dot{Mg} \ddot{Si}$
Pinit $= \ddot{Al} \ddot{Si}^2 + \dot{R} \ddot{Si}$; $\dot{R} = \dot{Fe} + \dot{K}$
Glimmer $= 3 \ddot{Al} \ddot{Si} + \dot{R} \ddot{Si}^3$; $\dot{R} = \dot{K}$

ist.

III. Verwandtschaftsstufe: Die Filialminerale haben mit dem Mutterminerale nur noch den Umwandlungsstoff und eine seiner Charakterbasen gemein, sonst aber eine quantitativ und qualitativ unähnliche Zusammensetzung. Von dieser Stufe kann man hauptsächlich folgende Gruppen unterscheiden:

a. Gruppe: Die Filialminerale erscheinen als der Auslaugungsrest ihrer Mutterminerale:

In dieser Weise sind Chlorit, Speckstein und Serpentin Reste der Magnesiahornblende; Kaolin ein Rest des Orthoklases oder Albites; ebenso Andalusit und vielleicht auch Disthen, Umwandlungsreste des Orthoklases, oder auch wohl von Kaliglimmer(?).

b. Gruppe: Die Filialminerale erscheinen ihrem Grundbestande nach als Auslaugungsreste, welche aber wieder neue Bestandtheile in sich aufgenommen haben und durch dieselben mehr oder weniger umgewandelt worden sind.

Der Topas ist ein Auslaugungsproduct des Feldspathes, welches durch Aufnahme von Fluor umgewandelt worden ist. Er könnte aber auch ein durch Fluor umgewandelter Andalusit sein.

In der Regel sind diese Filialminerale Zwitterproducte, welche dadurch entstanden sind, dass das Auslaugungsproduct des einen

Maternales von der ausgelaugten Masse eines anderen Maternalminerales aufgenommen wurde. So ist es namentlich mit dem Topas, welcher wahrscheinlich durch Einfluss des sich umwandelnden Glimmers oder Turmalins auf den ausgelaugten Orthoklas entstanden ist, oder auch wohl mit dem Kaliglimmer, welcher wohl in vielen Fällen ein Tochtermineral zwischen Orthoklas und Turmalin ist. Man trifft darum auch diese Art von Filialmineralien sehr häufig in der Association zwischen den Umwandlungsresten ihrer Maternalminerale. Demgemäss gehören alle diese Filialminerale in die zweite der oben angegebenen Associationsgruppen.

2) Die eben geschilderten Verwandtschaftsgruppen der Filialminerale zeigen sich nun auf mannichfache Weise mit ihren Muttermineralen associirt. Sehr häufig erscheinen sie in der innigsten Verwachsung mit noch frischen Muttermineralien, so dass man zu der Annahme getrieben wird, dass sie zu gleicher Zeit mit den letzteren aus einer und derselben Mutterlösung entstanden sind; oft auch bilden sie nur mehr oder minder ausgebildete Krystallrinden auf den Spaltflächen oder den Oberflächen, ja bisweilen auch den Kern ihrer Mutterindividuen; nicht weniger häufig erscheinen ihre Krystalle eingebettet in der derb ausgebildeten Masse ihrer Mutterminerale oder sie stellen auch umgekehrt eine unkrystallinische Masse dar, in welcher noch die unzersetzten Reste ihrer Mutterminerale eingewachsen liegen. Oft ferner kommt es auch vor, dass ihre Krystalle in der ganz zersetzten Masse ihrer Mutterminerale liegen. Endlich trifft man sie auch in der Gesellschaft von den Maternalassociirten ihrer Mutterminerale ohne diese letzteren, so dass man genöthigt ist anzunehmen, dass ihre Mutterminerale gänzlich in sie umgewandelt worden sind. So kommen auf dem Thüringerwalde grosskörnige Granite vor, welche aus Oligoklas, Quarz und Turmalin bestehen. Aber man trifft an einem und demselben Felsen dieser Granite auch Stellen, an denen dieselben aus einem Gemenge von Orthoklas, Quarz und Kaliglimmer bestehen. Vergleicht man nun diese Glimmergranite mit jenen Turmalingraniten, so findet man, dass die Glimmermassen genau die Räume von Turmalinbündeln ausfüllen. Da man nun in der That an diesen Graniten Turmaline findet, welche erst theilweise in Glimmer umgewandelt erscheinen, so muss man annehmen, dass überhaupt die Glimmerbündel dieses Granites aus dem Turmaline entstanden sind. In dieser Weise können also auch diese Filialminerale bei der vollständigen Umwandlung ihrer Mutterminerale als die Stellvertreter dieser letzteren in dem Gemenge von Felsarten auftreten. Im Allgemeinen nun lassen sich alle diese Associationsbeziehungen der primären Filialminerale durch folgende Uebersicht veranschaulichen.

A. Die Filialminerale treten noch auf in der Gesellschaft ihrer Mutterminerale und zwar:

a. mit noch unzersetzten Individuen dieser letzteren.

In diesem Falle erscheinen ihre Krystalle

entweder auf das Innigste und so mit dem Krystalle ihres Muttterminerales verwachsen, dass beide Krystalle einen und denselben Raum ausfüllen. In diesem Falle findet man namentlich folgende Verwachsungen:

oder zwar selbständig aus der Masse des Mutterminerales herausgebildet, aber noch äusserlich in der Masse des letzteren eingebettet, sei es nun dass die Krystalle der einzelnen Filialminerale:

noch unter sich in der Weise verwachsen sind, dass sie zusammen einen Krystallraum einnehmen (z. B. Disthen und Staurolith im Damourit),

oder dass diese Krystalle isolirt von einander zerstreut in der Masse des Mutterminers eingesprengt liegen (z. B. Porphyre),

1) die Krystallindividuen des Filial- und Maternalminerales sind wie die Blätter eines Buches parallel mit einander verwachsen, so dass sie zusammen noch ein einziges Krystallindividuum von der Form des Mutterminerales darstellen, (z. B. Oligoklas mit Orthoklas oder Albit; Glimmer und Turmalin).

2) das Filialmineral bildet den Kern des Mutterminerales, so dass das letztere nur noch die Rinde um jenes darstellt; oder auch

3) das Muttermineral bildet den Kern und das Filialmineral die Rinde des Muttermineralkrystalles (z. B. Hornblende und Diallag; Uralit und Augit).

4) der Muttermineralkrystall bildet die untere und der Filialmineralkrystall die obere Hälfte eines scheinbar einzigen Krystallindividuums (z. B. Diopsid, Tremolit und Asbest).

5) der Filialminerkrystall ist äusserlich in der Richtung der Längenaxe parallel dem Mutterkrystalle angewachsen.

b. mit der zersetzten Masse ihrer Mutterminerale, z. B. Topaskrystalle mit Kaolin, Flussspath und Glimmer.

B. Die Filialminerale treten nicht mehr in der Gesellschaft ihrer Mutterminerale auf,

a. wohl aber in der Association mit den ursprünglichen Gesellschaftern ihrer Mutterminerale und bilden in diesem Falle die Stellvertreter ihrer Mutterminerale. — (In dieser Weise tritt z. B. Glimmer für Turmalin, Cordierit oder Pinit in die Association dieser letztgenannten Minerale ein), —

b. oder auch mit Filialmineralien dieser ursprünglichen Maternalgesellschafter.

Zusatz: Ein Beispiel für alle diese Associationsverhältnisse bietet der Diorit des Drusethales am Thüringerwalde. Dieser Diorit zeigt in seinem Normalzustande Oligoklas und Thonmagnesiahornblende. Er kommt daselbst aber auch vor als ein Gemenge:

1) von Oligoklas, Albit und Hornblende;

2) von Oligoklas, wenig Hornblende und vielem Magnesiaglimmer;

3) von Albit und Hornblende;
4) von Oligoklas, Hornblende und Chlorit;
5) von Albit, Chlorit, Glimmer und Eisenoxyd.

In ihm ist Albit der Auslaugungsrest des Oligoklases; der Glimmer dagegen, der Chlorit und das Eisenoxyd sind Umwandlungs- und Zersetzungsproducte der Hornblende. Im ersten Falle also erscheint der Abit noch in Association mit seinem Mutterminerale, dem Oligoklase; im dritten Falle aber zeigt er sich nur in Gesellschaft der Hornblende, des ursprünglichen Genossen seines Mutterminerales; und im fünften Falle findet er sich nur noch in der Association von den Zersetzungsproducten des ursprünglichen Genossen vom Oligoklas.

Als bezeichnend für alle diese Associationen der primären Filialminerale der ersten und zweiten Gruppe kann nun im Allgemeinen in Beziehung auf die vorhandenen Silicate folgendes gelten:

1) Die plagioklasischen Feldspathe weichen mehr und mehr dem orthoklasischen;
2) die Lithionturmaline treten nur selten auf und erscheinen mehr oder minder in Lithionglimmer umgewandelt, und unter den lithionfreien Turmalinen erscheinen nur noch die Eisenturmaline frisch, wenn auch nur einzeln; die Magnesiaturmaline dagegen mehr oder weniger in Glimmer umgewandelt.
3) Die Eisenthongranate sind sehr häufig, — aber oft nur äusserlich —, in Glimmer umgewandelt; auch machen sich hier und da schon Kalkeisengranate bemerklich.
4) Die Thonmagnesiahornblende zeigt sich häufig noch frisch, kommt aber auch schon als Strahlstein und sehr oft ganz oder theilweise in Magnesiaglimmer oder Enstatit oder auch in Granat oder sogar in Epidot umgewandelt vor; dagegen scheint die Kalkhornblende zu fehlen.
5) Der Thonkalkmagnesiaaugit ist oft in Diopsid, Hypersthen oder in Diallag und dieser wieder in Hornblende umgewandelt.
6) Der Dichroit gehört zu den seltenen Erscheinungen und auch der Pinit und Pinitoid sind nicht mehr häufig.
7) Dagegen treten die wasserhaltigen fluorlosen Glimmerbildungen mit Macht hervor und mit ihnen zugleich
   a. die Zertheilungsproducte ihrer Masse: Disthen und Staurolith,
   b. die Zersetzungsproducte ihrer Masse: Fluorit, Zinnerz und Eisenglanz,
   c. die Mittelproducte zwischen ihrer und der Felsspathumwandlung: Topas und Andalusit.
8) Kein anderer Associationsbezirk erscheint so reich an Pseudomorphosen und Perimorphosen, wie dieser. Unter jenen treten am häufigsten auf die Pseudomorphosen des Glimmers nach Turmalin, Hornblende,

Granat und Andalusit; unter den Perimorphosen dagegen machen sich die des Granates am bemerklichsten.

9) In den Lückenräumen, welche durch die Zerstörung der Maternalminerale hie und da zwischen den associirten Filialmineralen entstanden sind, zeigen sich schon recht oft die Auslaugungsproducte von Maternalmineralen als selbständige Minerale eingewachsen, so namentlich, ausser dem schon genannten Fluorit, Zinnerz und Eisenglanz, Gold, Magnet- und Eisenkies, Chlorit, Talk, Magnesit, auch wohl schon Aragonit und Dolomitspath.

§. 35. Ausser diesen eben näher angegebenen Associationen der primären Filialmineralien, welche sich, wie schon wiederholt bemerkt worden ist, dadurch kennzeichnen, dass in ihnen die Filialminerale noch gewöhnlich in irgend einer Verwachsung mit ihren Muttermineralen auftreten, giebt es aber noch einen Associationskreis, in welchem diese Filialminerale in keinem unmittelbaren Verbande mehr mit ihren Maternalen stehen, und welcher nur durch die Auslaugungsproducte dieser letzteren gebildet wird.

Es ist schon im vorigen Paragraph darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Auslaugungsproducte eines Mutterminerales sich entweder unter einander wieder zu neuen zusammengesetzten Mineralarten verbinden können oder auch jedes für sich ein selbstständiges Mineral darzustellen vermag. Die hierdurch entstehende III. und IV. Gruppe der Filialmineralien kann nun zwar auch noch mit den sie erzeugenden Maternalmineralien in Verwachsung vorkommen, wie im Vorigen schon gezeigt worden ist. Viel häufiger aber tritt sie in den Blasen-, Höhlen-, Lager- oder Gangräumen auf, welche ihre Muttergesteine durchziehen, und in welche ihre Bestandtheile durch Kohlensäure haltiges Wasser gefluthet worden sind. Man könnte sie darum auch als Höhlen-, Lager- oder Gangassociationen bezeichnen.

Wenn man nun die primären Filialminerale dieser Art von Associationen mit den Muttermineralen vergleicht, denen sie entsprossen sind, so wird man finden, dass dieselben in ihrem chemischen Bestande den letzteren entweder noch verwandt oder gar nicht mehr vergleichbar sind. Ebenso wird man aber auch bemerken, dass sie unter sich selbst ihrer chemischen Beschaffenheit nach sehr verschiedenartig sein können. Hierdurch entstehen demnach wieder folgende neue Associationsweisen der primären Gangfilialminerale:

I. Gangassociationen, deren sämmtliche Glieder ihren Maternalmineralien mehr oder minder chemisch verwandt sind, und zwar:

a. nahe verwandt, indem sie

1) dieselbe Zusammensetzung und auch dieselbe stöchiometrische Formel,

ja auch dieselben morphologischen Eigenschaften besitzen, aber stöchiometrisch bestimmter zusammengesetzt sind und auch eine vollständiger entwickelte Krystallform zeigen.

Hierher gehören die Adulare und Albite auf den Gangspalten der Oligoklas- oder Orthoklashaltigen Gesteine, die Anorthite in den Blasenräumen der Labradorgesteine, die Strahlsteine auf den Spalten der Diorite.

2) dieselben Hauptbestandtheile und ausserdem noch Wasser, aber nicht mehr die stöchiometrische Formel und Krystallform des Mutterminerales besitzen.

Hierher die Zeolithe in den Gangspalten der Labrador, Oligoklas- oder Anorthithaltigen Gesteine; ferner die Epidote auf den Spalten und in den Lücken von Hornblendegesteinen; endlich wohl auch viele Idokrase auf den Spalten von Kalkhornblende-, Augit- oder Granatgesteinen.

b. entfernt verwandt, indem sie

1) nur als Theilsalze ihrer Maternalminerale anzusehen sind.

Hierher der Chlorit, Delessit oder Speckstein auf den Klüften von Magnesiaglimmer, Hornblende, Augit- oder Turmalin haltigen Gesteinen; der Kaolin auf den Spalten der Oligoklas- oder Orthoklasfelsarten.

2) nur noch aus einem einzigen Hauptbestandtheile ihrer Maternalminerale bestehen.

Hierher der Quarz auf den Klüften der kieselsäurereichen Silicatgesteine; wahrscheinlich auch der Rutil und Eisenglanz, sowie in manchen Fällen das Magneteisenerz auf den Gängen der Glimmer-, Hornblende- und Augitgesteine.

II. Gangassociationen, deren sämmtliche Glieder dem Bestande ach ihren Maternalmineralien chemisch fremd sind.

Sie sind durch Kohlensäure haltiges Wasser hervorgebrachte Auslaungsproducte von den Gesteinsmassen, in deren Gebiete sich ihre Ablagengsstätten befinden, und erscheinen entweder noch in Verbindung mit der ohlensäure (so die Carbonate des Kalkes, Barytes, Eisen- und Manganydules) oder sind durch Umwandlungsstoffe, welche später in ihre Ablagengsstätten drangen, auf mannichfache Weise umgewandelt. Zu ihnen hören ausser den schon genannten Carbonaten namentlich Fluoride, Schwefeletalle und reine Metalle, überhaupt: Calcit, Magnesit, Dolomit, Witherit, isen- und Manganspath, Fluorit und ausserdem die grösste Zahl der ystallinischen Kiese, Glanze und Blenden.

III. Gangassociationen, deren Glieder ihren Maternalminealien theils verwandt, theils fremd sind, also Gemenge von den orhergehenden beiden Associationen. Sie bestehen demnach zugleich aus

Silicaten, welche ihren Muttermineralien mehr oder minder verwandt sind, und auch aus Carbonaten, Fluoriden, Sulfiden und Oxyden der Schwermetalle, auch wohl aus reinen Metallen.

Je nach der Art der Verbindung ihrer Glieder hat man von diesen gemischten Gangformationen vorherrschend vier Formen zu unterscheiden, nämlich:

a. eine drusige, in welcher die einzelnen Glieder gewissermassen lagen- oder rindenweise aufeinander sitzen, so dass man aus ihrer Aufeinanderfolge die in der Zeit nach einander erfolgte Entstehung derselben erkennen kann. Ihren nichtmetallischen Gliedern nach besteht diese Associationsform,

1) vorherrschend aus Siliciolithen und zeigt dann sehr gewöhnlich von unten nach oben: Kaolin oder Delessit, krystallisirten Quarz, Adular oder Albit, Turmalin, Granat, Glimmer, Chlorit oder auch Asbest;
2) aus Siliciolithen im Verbande mit Carbonaten, Fluoriden und Sulfiden.

Sie findet sich vorherrschend auf Höhlen- und Spaltenräumen der Oligoklas, Orthoklas, Turmalin, Glimmer und Hornblende haltigen Felsarten, namentlich der Gneisse.

b. eine körnige, in welcher die einzelnen Glieder bunt durch einander verwachsen erscheinen. In dieser Associationsform herrschen die Siliciolithe fast stets vor, so dass sie oft lebhaft an diejenigen körnig krystallisirten Gesteine erinnert, aus deren Zersetzung sie höchst wahrscheinlich entstanden ist. Bemerkenswerth erscheint es, dass in dieser Gangassociation sehr gewöhnlich Granat (Hessonit), Wollastonit, Salit und auch Idokras auftritt.

c. eine porphyrische, bei welcher in einer Grundmasse Krystalle und krystallinische Körner verschiedener Minerale eingewachsen liegen. Die Grundmasse dieser Associationsform ist vorherrschend Quarz oder kohlensaurer Kalk, bisweilen aber auch dichter Feldspath, Eisenstein oder auch Serpentin. Am häufigsten bildet kohlensaurer Kalk oder auch Dolomit die Grundmasse dieser porphyrischen Association; zu den in dieser Masse am meisten auftretenden Mineralien aber gehören Adular, Turmalin, Apatit, Granat, Epidot, Idokras, Glimmer, Disthen, Chlorit, Hornblende- und Augitarten. In der That ein merkwürdiges Zusammentreffen, welches sich nur genügend erklären lässt durch die Annahme, dass die zur Bildung der ebengenannten Silicate gehörigen Theilsalze während ihrer Lösung in kohlensaurem Wasser in eine Kluft gefluthet wurden, welche mit einem schlammigen Kalkbrei gefüllt war, welcher ihnen bei seiner Durchdringung ihr kohlensaures Lösungswasser raubte und sie hierdurch zwang, sich zu denjenigen Mineralarten von neuem zu verbinden, aus deren Zersetzung und Auslaugung erst ihre Bestandtheile hervorgegangen waren. Diese Erklärung ist so unwahrscheinlich nicht, wie es den Anschein hat.

Wie schon im ersten Abschnitte gezeigt worden ist, so ist die Kalkerde unter allen Bestandtheilen der Silicate der am leichtesten durch Kohlensäurewasser auslaugbare und auflösliche, da dieselbe zur Kohlensäure eine grössere Verbindungsneigung hat, als zur Kieselsäure. In Folge dieser Eigenschaft kann nun auch die Kalkerde unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht in neue Verbindungen mit anderen in Umwandlung begriffenen Silicaten eintreten. Das durch die Umwandlung der kalkhaltigen Maternalsilicate — (Oligoklas, Augit, Kalkmagnesiahornblende, Kalkgranat etc.) — freiwerdende Kalkbicarbonat wird demnach als nicht mehr benutzbarer Ausscheidling vom Wasser fortgefluthet bis es in Klüfte und Höhlen gelangt, in denen es sich ansammelt und durch allmählige Verdampfung seines kohlensauren Lösungswassers zu einem krystallinischen Brei von einfachem Kalkcarbonate wird. Gelangt nun in dieser Zeit eine Lösung von Magnesiabicarbonat zu diesem Breie, so verbindet sich das Magnesiacarbonat mit dem Kalkcarbonate zu Dolomit, wobei sich ein Theil des Kalkcarbonates (durch Aneignung des kohlensauren Lösungswasser von dem Magnesiacarbonate) wieder löst. Und dringen dann die bei der weiteren Zersetzung der obengenannten Maternalsilicate freigewordenen und in kohlensaurem Wasser gelösten Alkalsilicate oder in Alkalicarbonat gelöstes Thonerde-, Magnesia- oder Eisenoxydulsilicat in den Kalk- oder Dolomitbrei ein, so verbinden sich diese silicatischen Theilsalze bei ihrer Mischung mit einander zu den Silicaten, welche dann später in dem festgewordenen Calcit oder Dolomite eingewachsen und mit ihm associirt erscheinen. Der Kalkbrei selbst leistet bei der Entwickelung dieser Silicate dadurch die wesentlichsten Dienste, dass er einerseits durch seinen breiigen Zustand der Verbindung und regelrechten Aneinanderreihung ihrer feinsten Massetheile nicht nur keine Hemmung entgegenstellt, sondern ihnen sogar Haftpunkte für die Feststellung ihrer Körpermasse bietet, und andererseits ihnen ihr kohlensaures Lösungswasser entzieht, so dass sie sich leichter niederschlagen können.

d. eine amygdaloidische Associationsform, bei welcher sich in einer körnigen oder dichten Grundmasse grössere oder kleinere, kugelrunde, bohnen-, birn- oder ritzenförmige Blasenräume befinden, welche ganz oder theilweise von Mineralarten ausgefüllt sind, die theils als Auslaugungsproducte der die Blasenräume umschliessenden Felsarten, theils auch als die Producte von fremdartigen, — von Aussen her eingedrungenen —, Minerallösungen zu betrachten sind. Diese Associationsform zeigt sich bei weitem vorherrschend in Felsarten, welche zwar vulcanischen Ursprungs, aber im Verlaufe der Zeit in mehr oder minder starker Weise durch den Einfluss von Kohlensäure haltigem Wasser umgewandelt worden sind, und vorzüglich Kalkfeldspathe (Kalkoligoklas, Labrador oder Anorthit), Kalkhornblende und gemeinen Augit enthalten. Die in den von diesen Felsarten umschlossenen

Associationen auftretenden Mineralarten aber bestehen vorherrschend zunächst aus Zeolithen (Mesotyp, Natrolith, Prehnit, Datolith, Chabasit, Stilbit, Desmin, Philippsit, Analcim), — also aus lauter Umwandlungsproducten von Kalkfeldspathen, — sodann aus Calcit, Aragonit, Siderit, (bisweilen auch aus Barytspath oder Gyps), ferner aus Glimmer, Delessit und Grünerde, endlich aus amorphem Quarz (Chalzedon, Carniol, Opal) — also aus Zersetzungs- und Umwandlungsproducten theils der Feldspathe, theils der Amphibolithe. Durch diesen Umstand sowohl, wie auch durch die Erscheinung, dass die eben angeführten Mineralarten nicht nur am meisten und schönsten in den schon deutlich in Zersetzung begriffenen, halberdigen Tuffen der Basalte und Melaphyre, sondern auch auf wirklichen Gangspalten angewitterter Felsarten auftreten, ist man demnach genöthigt, alle die genannten Minerale für Auslaugungsproducte der ihren Wohnsitz umschliessenden Gebirgsarten zu halten, (wenn man nicht etwa annehmen will, dass sie aus den Resten der Mutterlösung, welche bei der Erstarrung der Felsarten in die Blasenräume gequetscht wurde, entstanden sind, — eine Annahme freilich, welche auf die Grünerde, den Thon, den Calcit und Siderit, als anerkannten Verwitterungsproducten, keine Anwendung finden kann). — Von den oben erwähnten Blasenmineralien bildet nun entweder nur eine einzelne Art die Ausfüllung oder es erscheinen mehrere Arten derselben unter einander in Association. Im letzteren Falle bemerkt man sehr gewöhnlich zunächst um den ausgefüllten Blasenraum herum das Muttergestein desselben verblichen, mürb oder gar thonig, dann in dem Raume selbst zuerst eine mehr oder minder dicke, feste, dicht an die Wände desselben anschliessende Rinde von Grünerde oder auch von amorphem Quarze, weiter über dieser Rinde Zeolithe verschiedener Art, unter denen jedoch beim Vorhandensein mehrerer Arten Mesotyp oder Natrolith oder Analcim stets zuerst und Stilbit und Desmin immer zu oberst auftritt, endlich über diesen Zeolithen nach dem Centrum der Blase zu Kalkspath.

Ausser diesen vorherrschend in Diabasen, Melaphyren, Basalten, Phonolithen und Laven auftretenden Mandelassociationen kommen aber auch in anerkannt klastischen Felsarten, so namentlich in dolomitischen Mergeln (z. B. der Keuperformation), solche Mineralassociationen auf wirklichen Blasenräumen vor, welche vorherrschend aus drusig aufeinander sitzenden Rinden von Bergkrystall, Dolomitspath, Calcit und auch wohl Siderit bestehen und offenbar weiter nichts als durch kohlensaures Wasser hervorgebrachte Auslaugungsproducte der sie umschliessenden Steinmasse sind, da diese — z. B. bei den Mergeln — ganz dieselben Bestandtheile enthält, wie die in ihr auftretenden Blasen- (Taschen- oder Tuten-) ausfüllungen. Diese Art von amygdaloidischer Association gehört indessen nicht hierher, da sie nicht aus primären Maternalminern, sondern aus primären oder gar secundären Filialminern hervorgegangen ist.

Ebenso dürfen streng genommen diejenigen Blasenassociationen, welche aus Mineralarten bestehen, deren Entstehung aus der sie einschliessenden Gesteinsmasse sich nicht oder nur sehr hypothetisch erklären lässt, nicht hierher gerechnet werden, zumal wenn man an ihrer Masse oder an den sie umschliessenden Blasenwänden noch die deutlichen Spuren von Kanälen, durch welche ihre Bildungsflüssigkeit von Aussen her in die Blasenräume gedrungen ist —, (die sogenannten Infiltrationskanäle) — erkennen kann. Dies dürfte z. B. der Fall mit den Achatmandeln der Melaphyre sein; denn die zur Bildung ihrer Masse nöthige Kieselsäure kann nicht aus der sie umschliessenden Melaphyrmasse abstammen, weil dies eine Zersetzung der letzteren voraussetzt und man alsdann nicht begreifen kann, wohin die übrigen Zersetzungsproducte gekommen sind.

§. 35. Nach allem bis jetzt über die Gangassociationen der primären Filialmineralien Mitgetheilten kann man diese Gesellschaftungen ihrem Mineralgehalte nach im Allgemeinen in folgende Gruppen bringen:

1) in Amphibolitassociationen: Hornblende- und Augitarten erscheinen in Gesellschaft vorherrschend von gemeinem Granat, Kaneelstein, Grossular, Idokras und Epidot, sei es nun dass diese Mineralien unter sich zu einem körnigen Aggregate verbunden sind, sei es dass sie porphyrisch in einer krystallinischen Calcitmasse eingebettet liegen. Quarz gehört zu den seltenern Begleitern; dagegen sind Eisenglanz und Magneteisenerz so häufige und oft so massig hervortretende Glieder dieser Association, dass man dieselbe auch wohl gradezu die Magneteisenassociation nennen könnte. Ihre Hauptheimath befindet sich im Gebiete der Hornblende und Magnesiaglimmerhaltigen Felsarten, so namentlich im Gneisse, Urthonschiefer, Diorit und Diabas.

2) in Feldspath- Hornblendeassociationen: Quarz, Adular und Albit erscheinen in Gesellschaft von Filialmineralien der Hornblende, so namentlich von gemeinem Granat, Epidot, Magnesiaglimmer, Chlorit und Asbest. Zu ihnen gesellte sich so häufig titanhaltiger Eisenglanz, Rutil, Anatas und Sphen, dass man diese Association wohl auch die Rutilassociation nennen könnte. Bemerkenswerth erscheint es auch, dass vorzüglich in dieser Association das gediegene Gold auftritt. Ihre Hauptheimath befindet sich vorzüglich im Gebiete der Urschiefer, namentlich da, wo umgewandelte Hornblendegesteine, so Chloritschiefer und Serpentine auftreten.

3) in Phengitassociationen: Quarz, Glimmer und die Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte des Glimmers, namentlich Flussspath, Apatit, Zinn- und Wolframerze, — so wie die Umwandlungsproducte von Glimmer und Orthoklas, — Topas und Kaolin oder Steinmark —, wozu hie und da noch Beryll kommt. Wenn auch

oft Zinkblende, Arsenkies, Eisenglanz, Molybdänglanz und Wolfram nebst Scheelspath zwischen den ebengenannten Associationen auftreten, so ist doch das Zinnerz das für diese Gesellschaftungen bezeichnende Erz; man könnte darum dieselben auch Zinnerz-Associationen nennen. Ihre Hauptheimath befindet sich im Gebiete des Granites, Gneisses, Greisen, Glimmer- und alten Thonschiefers und nur ausnahmsweise in hornsteinähnlichem Porphyr (z. B. bei Altenberg in Sachsen),

4) Plagioklas-Glimmer-Associationen. Die Zersetzungsproducte eines Baryt und Kalkerde haltigen, kieselsäurereichen Feldspathes und eines Magnesia und Phosphorsäure haltigen Glimmers oder auch Amphiboles, so namentlich Quarz, Braun-, Fluss-, Eisen- und Kalkspath, erscheinen in körniger oder drusig rindiger Aggregation mit zusammengesetzten Schwefelarsen-, Schwefelantimon- oder auch Schwefelarsenantimonerzen, in denen namentlich Silber, Blei und Kupfer, seltener Kobalt oder Nickel herrschend ist, und welche wir im Allgemeinen Fahlerze nennen wollen. Da diese Associationen, welche ihren Hauptsitz im Grundschiefergebirge, und namentlich im Oligoklas-Gneisse, haben, die Hauptheimath der Fahlerze sind, so kann man sie auch die Fahlerz-Association nennen. Sie bildet zugleich auch den Sitz der meisten einfacheren Schwefelmetalle, so des Silberglanzes, Kupferglanzes und Kupferkieses, Bleiglanzes, Antimonglanzes u. s. w., sowie des meisten gediegenen Silbers, Goldes und Kupfers. Ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese letzteren einfacheren Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle erst aus der Zertheilung der zusammengesetzten Fahlerze hervorgegangen sind, da sie in der Regel auf diesen letzteren oder doch um sie herumsitzen. In diesem Falle wären also die Fahlerze die Mütter der einfachern Schwefelerze.

Bemerkung: Es kommt aber auch bisweilen vor, dass die Fahlerze auf den einfachen Schwefelerzen sitzen, so dass es den Anschein hat, als seien sie nach der Ausscheidung dieser letzteren aus der noch übrigen Mutterlauge hervorgegangen.

5) Zeolith-Associationen: Die Auslaugungsproducte der kalkerdereichen und kieselsäureärmern Feldspathe und darum vorherrschend im Gebiete der Labrador und Anorthit oder Kalioligoklas haltigen Gesteine, wie oben schon gezeigt worden ist.

---

§. 36. Werfen wir nun nochmals einen Blick auf die sämmtlichen im §. 34 und 35 betrachteten Filialminerale zurück, so erhalten wir folgende Resultate:

1) Die Silicate dieser Filialminerale sind meist ihren Muttermineralen nahe verwandt, aber vorherrschend einfacher und stöchiometrisch bestimmter zusammengesetzt, gewöhnlich auch reiner auskrystallisirt und arm oder leer an schwermetallischen Oxyden, wenn man vom Eisen- und Manganoxyd absieht, an Baryterde, Lithion, Fluor, Titan, Molybdän und Zinn. Dagegen erscheinen sie häufig wasserhaltig.

2) Die hierher gehörigen Silicate treten häufig in Pseudomorphosen nach ihren Muttermineralen auf.

3) Auch erscheinen sie sehr gewöhnlich in Association:

a. mit Resten,
b. mit Umwandlungsmineralien,
c. mit Zersetzungs- und Auslaugungsproducten

ihrer Mutterminerale.

4) In dieser Weise zeigen sich also die primären Filialsilicate in Association

a. mit noch unveränderten Muttersilicaten, z. B.
Orthoklas oder Albit mit Oligoklas,
Anorthit mit Labrador oder Kalkoligoklas,
Glimmer mit Turmalin, Pinit, Dichroit, Hornblende,
Strahlstein und Epidot mit Magnesiahornblende,
Serpentin mit Pyrop und Magnesiahornblende,
Kalkhornblende (Uralit) mit Augit,

b. mit den ausgelaugten Resten ihrer Mutterminerale, z. B.
Topas mit Kaolin,
Granat mit Chlorit oder Grünerde,

c. mit den Auslaugungsproducten der Mutterminerale,
Quarz mit Eisenglanz, Rutil und Gold als Auslaugungen der Magnesiahornblende,
Fluorloser, wasserhaltiger Glimmer mit Fluorit, Zinnerz, Molybdänglanz und Quarz,
Quarz, Adular, Albit, Disthen, Hessonit, Grossular, Idokras mit Chlorit, Eisenglanz und Calcit oder Dolomit.

Dieses Vorkommen der primären Filialminerale mit den Auslaugungsproducten ihrer Mutterminerale findet sich hauptsächlich auf Gang-, Lager- und Blasenräumen. In diesen treten sie vorzüglich auf:

1) mit den Carbonaten des Kalkes, Barytes, Eisen- und Manganoxydules;
2) mit den Oxyden des Zinnes (Zinnerz), Titans (Rutil), Wolframs (Wolframit), Molybdäns, Eisens (Eisenglanz und Magneteisen);
3) mit den zusammengesetzten Schwefelarsen- und Schwefelantimonerzen, namentlich des Silbers, Kupfers, Bleies und Kobaltes;
4) auch wohl mit gediegenem Gold und Silber;

5) endlich auch mit Fluorit.

5) Unter den Auslaugungsproducten der Muttersilicate sind hier noch besonders hervorzuheben die schon erwähnten multiplen Schwefelerze (Sulfosalze) oder Fahlerze, weil sie wieder als die Muttererze aller einfacheren Schwefelerze und auch der meisten Erzsalze, namentlich der Sulfate, anzusehen sind.

§. 37. Die secundären Filialminerale und ihre Associationen. — Mit den primären Filialen kommen sehr oft Mineralarten im Verbande vor, — so namentlich auf Gängen —, welche trotz ihrer oft nahen Verwandtschaft nach ihrer Bildungszeit doch nicht zu ihnen gehören. Zu diesen nicht primären Mineralarten gehören:

1) alle Mineralarten, welche in Pseudomorphosen nach anerkannten primären Filialmineralen auftreten, so z. B. Pyrolusit nach Manganit oder gar nach Calcit, Natrolith nach Analcim, Markasit nach Fahlerz u. s. w.;
2) die Sulfate des Kalkes, Barytes, Bleies und der übrigen Schwermetalle; sie alle sind, wie weiter unten gezeigt werden soll, theils aus der Oxydation von Schwefelmetallen, theils aus der Sulfatisirung von Carbonaten durch die Einwirkung der Schwermetallsulfate (z. B. durch Eisen- oder Kupfervitriol) entstanden;
3) die Oxydhydrate und Superoxyde des Eisens und Mangans; denn sie sind erst aus der höheren Oxydation von den entsprechenden Carbonaten entstanden;
4) die Carbonate und Fluoride, welche auf Barytspath, Eisenoxydhydrat oder Mangansuperoxyd sitzen; denn sie sind ja selbst jünger als diese genannten Mineralien;
5) die Carbonate, Sulfate, Sulfide und Chloride, welche in anerkannt angeschlämmten oder von Bitumen durchdrungenen Erdrindemassen eingewachsen, eingesprengt oder in Drusen auftreten, z. B. die Gyps- und Schwerspathkrystalle in Schieferthonen, Thonlagern oder Sandsteinen, die Eisenkiese, Kupferkiese, Kupferglanze und Bleiglanze in bituminösen Mergelschiefern und Sandsteinen.

Alle diese Mineralarten sind Umwandlungs-, Zersetzungs- oder Auslaugungsproducte von primären Filialmineralen und in Beziehung hierauf als secundäre Filialminerale zu betrachten. Auf welche Weise nun diese secundären Mineralarten entstanden sind und noch entstehen, wollen wir im Folgenden betrachten.

1) Was zunächst die primären Filialsilicate betrifft, so sind sie, mit Ausnahme der noch Kalkerde haltigen, schwerer durch kohlensaures Wasser zu zersetzen, als ihre primären Mutterminerale, weil sie einfacher und stöchiometrisch fester zusammengesetzt sind als diese letzteren. Unter ihren Basen herrschen nur noch die Thonerde, das Kali und Natron, die Kalk-

und Baryterde, die Magnesia und Oxyde des Eisens und Mangans vor; die Oxyde des Goldes, Silbers, Kupfers, Bleies, Titans, Molybdäns, Zinns und Arsens u. s. w. sind ganz oder bis auf geringe Spuren verschwunden. Und ebenso bemerkt man unter ihren negativ electrischen Bestandtheilen nur selten noch Spuren von Borsäure, Fluor und Chlor. Kein Wunder daher, dass sie auch nicht eine so grosse Mannichfaltigkeit von secundären Mineralien produciren können, wie ihre primären Mutterminerale. Idokras, Eisengranate- und Epidotbildungen oder einfache Epidotbildungen, oder einfache Amphybol- und Pyroxenbildungen aus primären Filialamphibolen kommen zwar noch vor, aber schon seltener und mehr ausnahmsweise. Am häufigsten machen sich Zeolith-, Kaolin-, Chlorit-, Grünerde-, Speckstein-, Eisen- und Manganoxydgebilde nebst den Carbonaten des Kalkes und Barytes bemerkbar, also lauter Auslaugungsproducte oder Zersetzungsreste von Filialsilicaten der eben angegebenen Beschaffenheit.

2) Was ferner die Fahlerze, d. h. die zusammengesetzten Sulfarsen- und Sulfantimonerze, sowie die einfacheren Schwefelerze betrifft, so werden sie theils durch Wasserdämpfe entschwefelt und in einfache Metalle und Legirungen theils durch Sauerstoff in Vitriole oder Sulfate umgewandelt, von denen die ersteren im Wasser löslich sind und in Folge davon bei ihrer Berührung

a. mit den Carbonaten des Barytes und Kalkes selbst wieder in Carbonate umgewandelt werden, während andererseits Baryt- und Kalksulfat, d. i. Schwer- und Gypsspath, entsteht;

b. mit bituminösen und kohlenreichen Fäulnisssubstanzen wieder desoxydirt und von neuem in Schwefelerze umgewandelt werden.

Aus den arsenhaltigen Schwefelerzen entstehen dabei durch den Sauerstoff zugleich arsensaure Salze, welche sich gegen die Carbonate der Alkalien und alkalischen Erden, sowie gegen bituminöse Stoffe ähnlich verhalten wie die Schwermetalle.

In dieser Weise entstehen aus den Sulfosalzen und Sulfiden der Schwermetalle:

1) Sulfate (Vitriole) und aus diesen wieder { Sulfate / Carbonate }

2) Arsenmetalle und aus diesen wieder { Arsenicate / Carbonate }

je nachdem sie mit alkalinischen Carbonaten oder Fäulnisssubstanzen in Berührung kommen, zugleich aber auch

3) reine Metalle, wenn sie von Wasserdämpfen oder Kohlenwasserstoff bestrichen werden.

3) Die Carbonate des Kalkes und Barytes werden durch die ebenerwähnten Sulfate der Schwermetalle in Sulfate umgewandelt, von denen

das Kalksulfat in der Regel vom Wasser ausgelaugt, das Barytsulfat aber als unlöslich abgesetzt wird.

4) Das Carbonat des Eisen- und Manganoxyduls aber wird durch zutretenden Sauerstoff zersetzt, indem sich Eisen- und Manganoxydhydrat bildet;

5) Die Phosphate des Kalkes und Barytes endlich werden durch zutretende Lösungen von Eisen-, Kupfer- und anderen Schwermetallsulfaten in der Weise zersetzt, dass sich

a. einerseits wieder Schwerspath und Gyps — und

b. andererseits Phosphate der Schwermetalle bilden.

Alle diese Umwandlungen der primären Filialminerale und alle diese Bildungen der secundären Filialminerale machen sich hauptsächlich auf Gängen und Lagern bemerklich, weil einerseits in diese das Wasser mit seinen Umwandlungsstoffen leichter gelangen kann und andererseits auf diesen die verschiedensten Mineralarten am meisten in Berührung kommen können.

Nach allem eben Mitgetheilten können nun als bezeichnend für die secundären Filialmineralien folgende Mineralarten gelten:

a. unter den Siliciolithen;

1) die Opale und Quarze, welche in Pseudomorphosen nach Kalk-, Eisen-, Fluss- und Schwerspath auftreten;

2) die Zeolithe, welche in Gängen von klastischen Gesteinen auftreten und entweder Pseudomorphosen nach anderen Zeolithen bilden oder auf Kalkspath sitzen, so der Stilbit, Desmin, Brewsterit u. s. w. auf den Gängen der Grauwackeformation am Harze;

3) die einfach zusammengesetzten Amphibolite, welche auf Eisenkiesen oder Kalkspath sitzen, so namentlich die Asbeste, vielleicht auch manche Diallage und Enstatite (?);

4) die schuppigen Chlorite, Delessite und Grünerde, welche als Verwitterungsproducte die Spalten der Grünsteine ausfüllen und auch die Masse von klastischen Gesteinen — z. B. von Schieferthonen und Sandsteinen — durchziehen oder auf Brauneisenerzen und Pyrolusit oder Wad sitzen.

5) die Specksteine, welche in Pseudomorphosen nach Mineralien auftreten, — welche gar kein Material zu ihrer Bildung besitzen;

6) vielleicht auch die Epidote, welche man in Gängen von klastischen Gesteinen gefunden hat (?);

b. unter den Sulfaten wohl die meisten, indem sie, wie schon erwähnt, theils aus der Oxydation von Schwefelmetallen theils aus der Einwirkung von Vitriolen der Schwermetalle auf Carbonate oder auch Silicate hervorgegangen sind, so namentlich der Barytspath, Gyps und Coelestin;

c. unter den Phosphaten namentlich die phosphorsauren Schwermetalloxyde, welche wohl am meisten aus der Einwirkung von Vitriolen auf phosphorsauren Kalk hervorgehen, so das Blei-, Kupfer- und Eisenphosphat;

d. unter den Arseniaten z. B. der Mimetesit und Pharmakolith;

e. unter den Schwefelerzen wohl alle, welche in klastischen, von Bitumen durchzogenen, Gesteinen auftreten; sie alle sind wohl als Vitriole in die Masse dieser Gesteine eingedrungen und hier durch das Bitumen wieder desoxydirt worden. Zu ihnen gehören vor allen die Schwefelkupfer-, Schwefelkobalt- und Schwefelnickelerze der Zechsteinformation; ebenso wohl auch die Schwefelmetalle, welche auf Schwerspath sitzen;

f. unter den Metalloxyden

1) alle diejenigen, welche in Pseudomorphosen nach Kalk-, Eisen- und Flussspath auftreten;

2) die Brauneisenerze, die meisten (wenn nicht alle) Manganoxydhydrate (Wad), Pyrolusit, Psilomelan etc.;

g. unter den gediegenen Metallen wohl alle, welche auf Schwer- und Kalkspath sitzen, so namentlich Silber und Kupfer.

Als ganz besonders bezeichnend dürfte neben ihrer so häufigen Pseudomorphosenbildung noch das Auftreten der secundären Filialminerale in amorphen und sinter- oder stalaktitenförmigen Massen und ihr Erscheinen in anerkannt klastischen Erdrindemassen, aus deren chemischen Bestandtheilen sie sich nicht entwickeln konnten, genannt werden.

Mit den eben angegebenen Secundärbildungen ist indessen keinesweges die Reihe derselben geschlossen oder erschöpft; im Gegentheile: es müssen zu ihnen auch alle diejenigen Mineralbildungen gerechnet werden, welche noch gegenwärtig theils aus primären, theils auch selbst aus secundären Filialmineralien entstehen, und sich in der Zukunft noch überall da bilden werden, wohin einerseits die Auslaugungsproducte zersetzter Mineralien und andererseits die Atmosphärilien und die Zersetzungsproducte faulender Organismenreste gelangen können; jedoch scheint es fast, als ob unter diesen jüngsten Secundärbildungen die Carbonate, Sulfate, Phosphate und nichtkrystallinischen Sulfide die Silicate an Mengenbildung weit überragten.

§. 38. Die secundären Mineralbildungen zeigen weit verwickeltere Associationsverhältnisse, als die primären Filialminerale. Zwar trifft man sie auch noch oft in der Gesellschaft ihrer Mutterminerale; viel häufiger aber treten sie entfernt von den letzteren auf Spalten und Höhlenräumen der Erdrindemassen oder selbst eingesprengt und in mannigfacher Verwachsung mit anderen secundären Mineralmassen auf, aus deren Bestande sie gar nicht erzeugt werden konnten. Und in diesem letzteren Falle kann

nur dann noch eine Spur von gesetzmässiger Association aufgefunden werden, wenn

a. die in einer *ihnen fremden* Mineralumgebung auftretenden Secundärbildungen noch unter sich selbst in irgend einer Bestandes-Verwandtschaft stehen oder doch durch die Erfahrung als Kinder einer und derselben Mutter bekannt sind;
b. die ihnen fremdartige Mineralbildung in der Nähe einer Gesteinsmasse lagert, welche anerkannter Weise die Erzeugerin sowohl der Secundärminerale selbst, wie auch der sie einschliessenden Ablagerungsmasse ist oder doch sein könnte.

Findet aber auch alles dieses nicht statt, dann hört die Gesetzmässigkeit einer Association auf und *der Zufall* tritt an ihrer Stelle, — wenigstens so lange, als es dem Forschungsgeiste des Menschen noch nicht geglückt ist, irgend einen Zusammenhang zwischen den associirten Mineralien zu finden.

Zusätze: 1) So lange es noch nicht geglückt ist, mit voller Bestimmtheit die Mutterminerale des Bleies, Wismuts, Mercurs, Platins und anderer Schwermetalle nachzuweisen, bleiben selbst diese so häufigen Bewohner der Gänge und Lagerstätten noch räthselhafte Genossen an sich gesetzmässiger Associationen. Es sind im Vorigen alle diese Metalle als Abkömmlinge primitiver Muttersilicate aufgeführt worden, weil einerseits sich durch diese — hypothetische — Annahme ihre Associationsverhältnisse am leichtesten erklären liessen, und andererseits andere Metallarten, wie Eisen, Chrom, Titan, Zinn, Gold und Silber etc., wenigstens spurenweise in dem Bestande von schon primären Filialminern, so in dem Orthoklas, Turmalin, Glimmer, Magnesiaamphibol, Serpentin u. s. w., aufgefunden werden. — Ich habe eine grosse Zahl von kieselsäurereichen Feldspathen, Turmalinen, Glimmer und Hornblenden hauptsächlich auf ihren Metallgehalt untersucht und dabei gefunden, dass

1) Thonmagnesiahornblende wenigstens sehr häufig Spuren von Gold, und Titan;
2) Turmaline und Kaliglimmer eben so häufig Zinn, aber nur selten Gold
3) Magnesiaglimmer oft Gold, aber auch Titan, Chrom und Silber;
4) Oligoklase nicht selten Silber, bisweilen aber auch Spuren von Kupfer zeigten.

Ueberhaupt ist es mir vorgekommen, als wenn das Gold und Titan vorzüglich an die Magnesia haltigen Silicate gebunden seien, während das Zinn namentlich den Turmalinen und Glimmern angehöre.

Nach diesen Erfahrungen würde also die Association

a. von Gold mit { Hornblende oder Magnesia haltigen Gesteinen oder den Zersetzungsproducten dieser Gesteine, also Quarz, Rutil, Eisenglanz;

b. von Zinn mit { Turmalin oder Kaliglimmer haltigen Gesteinen oder den Zersetzungsproducten dieser Gesteine, also Quarz, Fluorit, Eisenglanz;

c. von Silber mit { Oligoklas und Glimmer haltigen Felsarten, oder mit Quarz, Fluorit, Baryt und Calcit

keineswegs eine zufällige sein, wenn sie auch dem ersten Scheine nach als eine solche angesehen werden könnte. Man könnte mir freilich einwerfen, dass, wenn auch die ebengenannten Metalle in gewissen Silicaten vorhanden seien, ihre Menge in den letzteren doch eine so ausserordentlich geringe ist, dass sie unmöglich all das Material zur Bildung von mächtigen Erzlagerstätten gegeben haben könne. Abgesehen davon, dass die eigentlichen, erzspendenden, Muttersilicate gegenwärtig nur noch wenig getroffen werden oder, wenn sie vorkommen, doch wohl mehr oder weniger ausgelaugt erscheinen, — abgesehen von dieser Annahme möchte ich den aufgestellten Einwurf nicht gelten lassen, einerseits weil uns die tägliche Erfahrung noch lehrt, dass ein Baum, welcher, z. B. wie die Buche, Kalkerdenahrung begehrt, selbst in einem scheinbar kalkleeren Boden nach einer verhältnissmässig kurzen Zeit seinen ganzen Stamm mit Kalkerde so angefüllt hat, dass jedes, auch das kleinste, Glied desselben ein bestimmtes Quantum dieser Erde enthält — und andererseits weil – wie ich in meinem Werke über Torf- und Limonitbildungen hinlänglich bewiesen habe — in einem sandigen Boden, dessen Bestandtheile nur dürftige Spuren von Eisentheilen enthalten, doch mit Hülfe der die Eisenspuren sammelnden Pflanzen meilenweit ausgedehnte und fussmächtige Eisenerzablagerungen entstehen können. — Oder sollten diese beiden Belege noch nicht ausreichen, so denke man sich einen meilenweit ausgedehnten Wald voll 80—100 Fuss langer und 2 - 3 Fuss dicker Buchen, von denen jede in allen ihren Theilen Kalkerde enthält, während der sie tragende und ernährende Boden in 100 Theilen seiner Masse 0,054 Theile Kalk besitzt, wie dies unter anderem in dem Quarzconglomeratboden der Buchenwälder bei Eisenach der Fall ist.

Bemerkung: Für die Auffindung von Gold und Silber in Minerallösungen kenne ich kein besseres und schärferes Reagens als Phosphoräther: Versetzt man eine solche Lösung mit einigen Tropfen dieses Reagenses, so erfolgt beim Vorhandensein von Silber eine sepienbraune, und bei Gegenwart von Gold eine violette Niederschlagszone — und zwar in beiden Fällen um so rascher und stärker, je mehr von einem dieser Metalle vorhanden ist. Bei sehr geringen Spuren erfolgt der Niederschlag erst nach einigen Minuten und bei wiederholtem Umrütteln.

Zusatz 2: Wenn eine Felsart oder auch eine einzelne Mineralart vollständig zersetzt worden ist und es finden sich ihre Zersetzungsproducte noch unter einander gemengt, so kann ihre Association auch als eine zufällige erscheinen, wenn man nicht schon durch Erfahrung die Muttterminerale dieser Zersetzungsproducte kennt. Ein Beispiel möge diesen Aus-

spruch verdeutlichen. In einer Zechsteinbucht bei Kittelsthal unweit Eisenach lagert ein mächtiger Stock dichten und theilweise auch faserigen Gypses, welcher an manchen Stellen Wadkrumen, Specksteinknollen und Grünerde — also bekannte Zersetzungsproducte von Hornblende, — an anderen Punkten aber zahlreiche Kaliglimmerschuppen, erbsengrosse, wohlausgebildete Doppelpyramiden von Rauchtopas und haselnussgrosse Dolomitrhomboëder — also lauter ihrer Natur nach fremde Gesellschafter des Gypses umschliesst. Diese ganze Association würde als eine rein zufällige betrachtet werden müssen, wenn nicht ein in der näheren Umgebung dieses Gypsstockes gelegenes und in Zersetzung begriffenes, viel Pyrit und Magnetkies einschliessendes, Kalkdioritlager dem wiederspräche. In den Klüften dieses aus Hornblende, Kalkspath und Oligoklas bestehenden und zahlreiche Magnesiaglimmerblättchen und Pyritwürfel umschliessenden Gesteines befinden sich Gangmassen, welche theils aus Quarz, Albit, Pyrit und Chlorit, theils aus Quarz, Wad, Grünerde und Speckstein, theils aus Quarz, Rutil und Flussspath, theils auch aus Kalk-, Eisen-, Braun- und Dolomitspath — — also aus lauter Zersetzungsproducten der Dioritgemengtheile bestehen. Zugleich enthält eine Quelle, welche diesem Lagerstocke entspringt, viel schwefelsauren Kalk — (dem Umwandlungsproducte des Kalkspathes durch den vitriolescirenden Pyrit). — Sind das aber nicht lauter Mineralien, welche in dem obengenannten Gypsstocke wenigstens zum Theil auch auftreten? Ist es darum wohl eine gewagte Hypothese, wenn man annimmt, dass dieser Gyps mit sammt seinen Einschüssen ein, aus der Zersetzung des eben beschriebenen Diorites hervorgegangenes, secundäres Gebilde ist? Ich sollte es nicht meinen.

Zusatz 3: Es können indessen die Glieder einer wirklich zufälligen Association Veranlassung zu einer wieder gesetzmässigen Mineralgesellschaftung geben, sobald sie sich zersetzen und durch ihre Zersetzungs- oder Umwandlungsproducte gegenseitig auf ihre Massen einwirken. Einige Beispiele werden dies bestätigen.

1) Wenn die in einem Thonlager zufällig auftretenden Markasite sich oxydiren, so bilden sie freie Schwefelsäure und Eisenvitriol. Greift nun die freie Säure den Thon an, so bildet sich aus ihm schwefelsaure Thonerde oder auch Alaun. Hierdurch entsteht eine Association, welche aus noch unzersetzten Thon und Eisenkies, dann aber auch aus Thonerdesulfat, Alaun und Eisenvitriol, den Umwandlungsproducten des Thones und Eisenkieses, besteht. Durch diese letztere nun wird die vorher zufällige Association zwischen dem Thon und Eisenkies gewissermassen eine — wenigstens mittelbar — gesetzmässige.
2) In dem bituminösen Mergelschiefer der Zechsteinformation ist Kupferkies zufällig eingesprengt. Wenn derselbe sich oxydirt, entsteht Kupfer- und Eisenvitriol; greifen diese beiden Vitriole den kohlen-

sauren Kalk des Mergelschiefers an, so entsteht durch gegenseitigen Austausch der Säuren einerseits Malachit oder Kupferlasur und Eisenspath und andererseits Gyps. Die so durch gegenseitige Zersetzung von früher fremdartigen und zufälligen Gesellschaftern entstandenen secundären Mineralbildungen bilden nun wieder unter sich eine gesetzmässige Association.

Und so kann immer eine zufällige Association wieder eine gesetzmässige bilden, sobald sie umwandlungs- und zersetzungsfähige Glieder besitzt, welche durch ihre Zersetzungsproducte auf die Masse der mit ihnen zufällig verbundenen Mineralglieder einwirken können.

§. 39. Rückblick auf die bis jetzt gewonnenen Resultate. — Soviel im Allgemeinen über die Ursachen und das Wesen der Mineralassociationen. Ist auch noch vieles problematisch in der ebengegebenen Darstellung dieser eigenthümlichen Gesellschaftungen, noch vieles nach dem jetzigen Standpunkte unseres Wissens noch unerklärlich in denselben, so reicht doch wohl das in den §§. 29—38 Mitgetheilte hin, um wenigstens folgende Gesellschaftungsgesetze als allgemein gültig aufstellen zu können:

1) Jedes Mineral steht mit mehreren anderen Mineralien im Verbande. Diese Verbindungen einer Mineralart mit anderen Mineralarten nennen wir Gesellschaftungen oder Associationen im Allgemeinen.
2) Es giebt aber für jede bestimmte Mineralart zweierlei Associationen, nämlich:
   a. eine gesetzmässige oder normale und
   b. eine zufällige, accidentuelle oder abnorme.
3) Unter der normalen Association verstehen wir die Gesellschaftungen eines Minerales mit solchen Mineralarten, welche mit ihm theils durch ihren chemischen Bestand, theils durch ihre Geburt verwandt sind; unter der abnormen Association dagegen begreifen wir das Zusammenauftreten einer Mineralart mit anderen, zu denen es in gar keiner chemischen oder genetischen Beziehung steht.
4) Die in den normalen Associationen auftretenden Mineralarten sind sich also stets verwandt, sei es durch ihren Bestand, sei es durch ihre Entstehung aus einer gemeinschaftlichen Mutterlösung oder einem gemeinschaftlichen Mutterminerale.
5) Um nun aber einen festen Grund für die Aufstellung dieser normalen Associationen zu erhalten, ist es nothwendig, gewisse Mineralarten als die Urmütter oder Primärmaternale aller anderen Minerale anzunehmen, so dass man unter den gegenwärtig existirenden Arten die einen als die Töchter oder Primärfiliale dieser Maternale, die anderen aber wieder als die Abkömmlinge dieser letzteren oder als Secundärfiliale (— oder auch als Enkelinen [Nepotalminerale] jener Maternale —) zu betrachten hat.

6) Zu Repräsentanten der Primärmaternale gehören — in Ermangelung der wahren Urminerale — alle die schwankend zusammengesetzten, multiplen und wasserlosen Silicate, welche man bis jetzt noch nie in Pseudomorphosen noch anderen Mineralen gefunden hat. Zu den Primärfilialen aber müssen namentlich gerechnet werden:

a. diejenigen Siliciolithe, welche in ihrer Zusammensetzung den Maternalmineralen zwar ähnlich sind, aber stöchiometrisch festere weniger basische, — oft auch wasserhaltige —, und morphologisch reiner ausgebildete Verbindungen darstellen, die auch in Pseudomorphosen nach jenen Maternalen auftreten (und mehr oder weniger frei von Bor-, Titan-, Zinn- und Goldsäure sind, wenn ihre Mütter diese Bestandtheile enthielten);

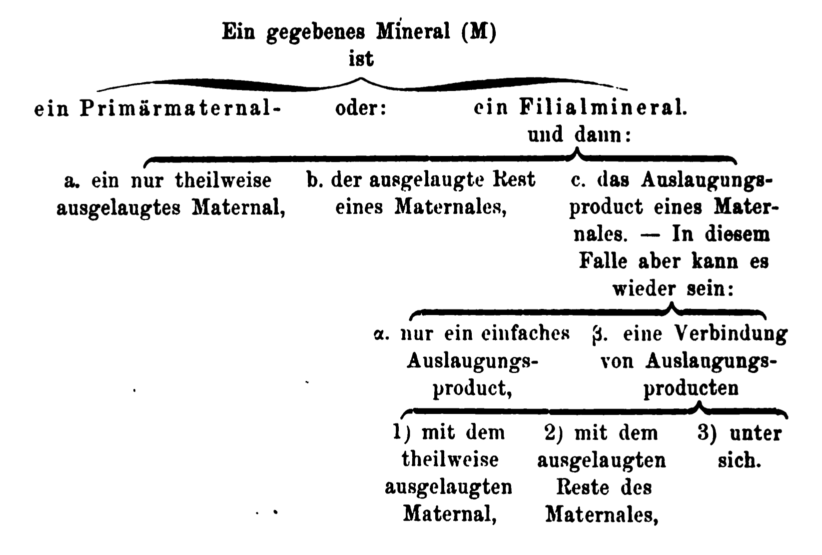
b. die Oxyde des Eisens (Eisenglanz und Magneteisen), Titans (Titaneisenerz und Rutil) und Zinns (Zinnerz);

c. die Sulfide und Sulfoerze (Fahlerze), welche in den Associationen der Maternalen und Primärfilialsilicate eingewachsen sind;

d. die Carbonate des Eisens, Barytes, Kalkes und der Magnesia, welche als Unterlage oder Bett der ebengenannten Primärfiliale dienen.

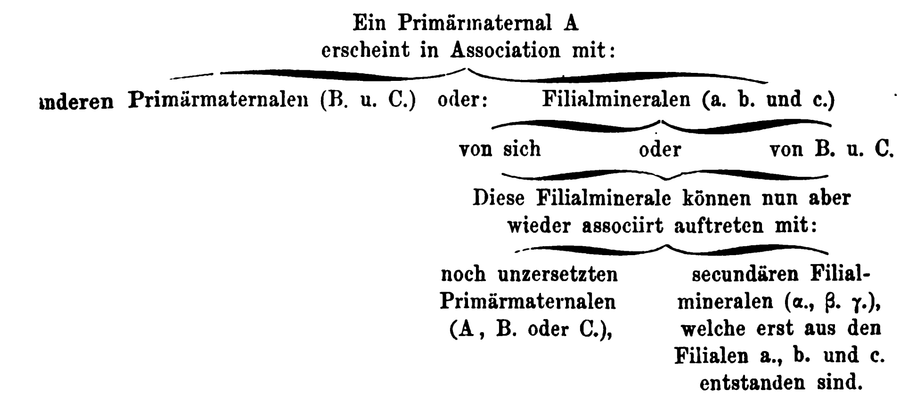
Zu den Secundärfilialen endlich gehören zunächst alle Mineralarten, welche als Verwitterungs- und Umwandlungsproducte der eben angegebenen Primärfiliale und auch in Pseudomorphosen nach den letzteren auftreten. Unter ihnen machen sich am meisten geltend: die Abarten der amorphen Kieselsäure, Kaolin, manche Zeolithe, Speckstein, Chlorit, namentlich aber die Sulfate der Schwermetalle, des Barytes, Kalkes, der Magnesia und Thonerde; ausserdem auch die Schwefelerze in bituminösen Schlämmmassen, die Oxydhydrate des Eisens und Mangans, welche vorzüglich auf Barytspath auftreten; die Phosphate und Arseniate der Schwermetalle; die Carbonate des Kalkes und der Schwermetalle, zumal wenn sie in getropften und geflossenen Gesteinen auftreten; endlich auch wohl die meisten gediegenen Metalle.

7) Geht man nun von den eben festgesetzten Fundamenten aus, so lässt sich für jedes jetzt existirende Mineral folgender Stammbaum aufstellen:



Unter diesen Abkömmlingen sind alsdann die unter a., b. und c. α., β. 3) als primäre, die unter c. β. 1) und 2) genannten aber als secundäre Filiale zu betrachten. Ebenso würden auch die aus der Umwandlung von c. α. und c. β. 3) entstehenden Minerale nur secundäre Filiale sein.

8) Mit Berücksichtigung dieses Stammbaums lässt sich dann weiter der normale Associationskreis eines Minerales in folgender Weise ordnen:



9) Für ein Filialmineral giebt es demnach immer einen wenigstens dreifachen Associationskreis:

Das Filialmineral befindet sich in einem:

a) Verwandtenkreis, in welchem es auftritt in Gesellschaft
1) von seinem Mutterminerale (mit noch unversehrten Individuen desselben);
2) von seinen Schwestern d. h. mit andern Auslaugungsproducten von seinem eigenen Maternale;
3) von seinen secundären Filialen.

b. Fremdenkreis, in welchem es auftritt in Gesellschaft von den
1) Gesellschaftern seines Maternales;
2) primären und secundären Filialen dieser Gesellschafter.

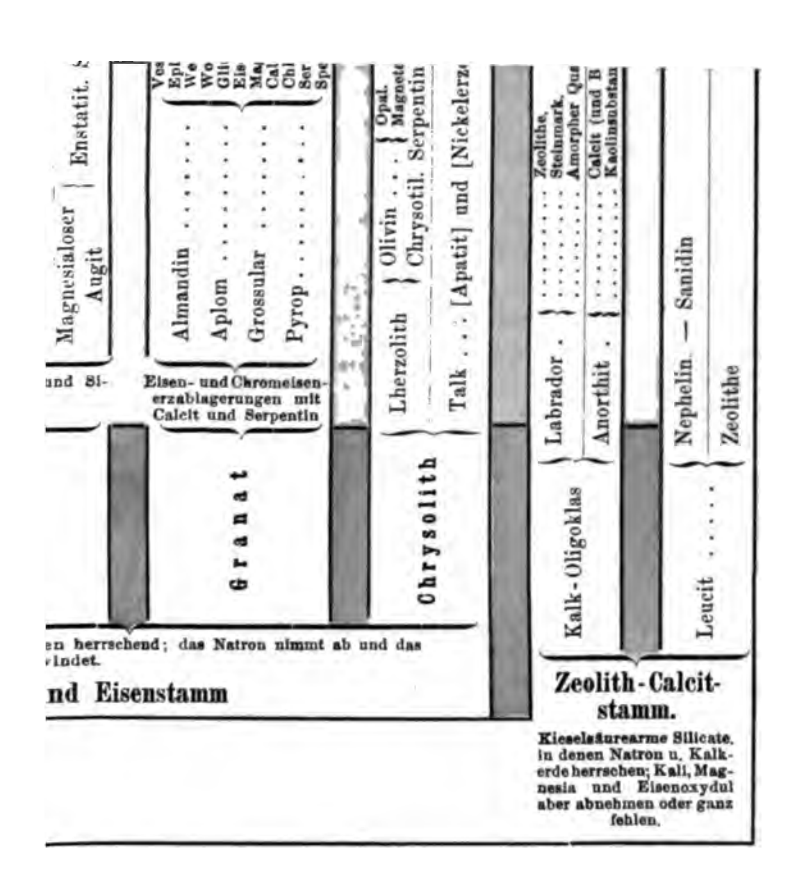
c. Halbfremdenkreis in welchem es auftritt i Gesellschaft von secundären Filialen, welche er aus der Mischung von Gliedern des Kreises a. und b. entstanden sind.

10) Die Art und Weise, in welcher ein solcher Associationskreis auftritt zeigt nun folgende Formen:

Das associirte Mineral

- noch in unmittelbarem Verbande mit seinem Maternale. Es befindet sich dann
  - in dem Raume des Krystallindividuums von seinem Maternale und zwar
    - in lamellarer Verwachsung mit seinem Maternale
    - oder als Pseudomorphose sei es nun
      - als Kern oder als Rinde des Maternalkrystalles.
  - in Nebeneinanderwachsung mit seinem Maternale und zwar in körniger, schiefriger oder porphyrischer Verwachsung
- nicht mehr in unmittelbarem Verbande mit seinem Maternale, sondern auf Blasen- und Gangräumen und zeigt sich dann in
  - körniger, schiefriger, drusiger oder schaliger, porphyrischer oder amygdaloidischer Verwachsung mit anderen Filialen.

Zusatz: Alle die unter 7—10 erwähnten Associationsverhältniss eines Minerales lassen sich unter dem Bilde eines Baumes versinnlichen dessen Stamm das Maternalmineral darstellt, während die von demselbe ausgehenden Hauptäste die primären Filiale und die von diesen Aesten ab ziehenden Zweige die secundären Filiale bilden. Auf der beifolgenden Tafe „Uebersicht der Umwandlungen und Associationen der für di Felsartenbildung wichtigeren Silicate" ist der Versuch gemach



Magnesialoser Augit
Enstatit
Almandin
Aplom
Grossular
Pyrop
Eisen- und Chromeisenerzablagerungen mit Calcit und Serpentin
Granat
Lherzolith
Olivin
Chrysotil. Serpentin
Talk
[Apatit] und [Nickelerz
Chrysolith
Labrador
Anorthit
Kalk-Oligoklas
Nephelin — Sanidin
Zeolithe
Leucit
en herrschend; das Natron nimmt ab und das
nd Eisenstamm
Zeolith-Calcit-stamm.
Kieselsäurearme Silicate, in denen Natron u. Kalkerde herrschen; Kali, Magnesia und Eisenoxydul aber abnehmen oder ganz fehlen.



worden, diese Associationsverhältnisse in der Form von Stammbäumen darzustellen. Es sei vergönnt, zum Verständniss dieser Tafel hier noch folgendes zu erwähnen:

a. Diese ist in drei Zonen abgetheilt worden, deren unterste den Bildungsheerd der primären Maternale darstellt, während die beiden anderen das Umwandlungsgebiet der Maternale und primären Filiale veranschaulichen. Vor jeder dieser Zonen ist der Charakter der in derselben auftretenden Minerale angegeben, sowie auch auf die Art ihrer Bildung hingedeutet worden. Dabei ist zugleich innerhalb der zweiten und dritten Zone zwischen den einzelnen Stammbäumen der in diesen Zonen auftretenden Gänge und Lager in der Weise gedacht worden, dass diese letzteren in der nächsten Umgebung derjenigen Mineralstämme, durch deren Auslaugung sie muthmasslich entstanden sind, aufgezeichnet wurden.

b. Die secundären Filiale so neben einander zu stellen, wie sie namentlich auf Gängen associirt erscheinen, hatte seine grosse Schwierigkeit; indessen hoffe ich, dass diese Zusammenordnung wenigstens im Einzelnen nicht ganz missglückt erscheint. Ebenso war es nicht gut möglich, die primären Filiale immer so neben einander zu stellen, wie sie im Gemenge der Felsarten zusammen vorkommen. Um jedoch diesem Uebelstande einigermassen abzuhelfen, sind zunächst durch die beiden Hauptüberschriften wenigstens im Allgemeinen die Gebiete der zusammengehörigen Minerale, sodann aber durch Pfeile die hier getrennt erscheinenden und doch zusammengehörigen Felsgemengtheile näher bezeichnet worden.

IV.

Die Aggregationsweisen der Mineralassociationen.

I. Im Allgemeinen nach ihrer Bildung.

§. 40. Es ist zwar schon im II. Abschnitte auf die Art des Verbundenseins der associirten Minerale aufmerksam gemacht worden, allein auf die Entstehungsweise und die verschiedenen Modificationsweisen desselben konnte dort nicht weiter Rücksicht genommen werden. Dies soll nun hier geschehen.

Die mit einander associirten Mineralarten sind entweder unmittelbar und gegenseitig zu mehr oder minder festen Massen (Aggregaten) verwachsen, — sei es nun, dass sie sich in einem und demselben Raume eines Krystallindividuums befinden oder dass sie (jedes für sich) neben oder um einander sitzen —, oder werden mittelbar durch ein Bindemittel (Cäment) zum Ganzen verbunden, oder sitzen auch wohl neben einander auf der Oberfläche irgend eines Minerales, ohne unter sich selbst in irgend einer Berührung zu stehen. Die hierdurch entstehenden, verschiedenen Verbindungsformen nennen wir die Aggregationen der Mineralassociationen.

§. 41. Die verschiedenen Formen dieser Aggregationen werden bedingt durch die Entstehungsweise der mit einander associirten Mineralindividuen, wie das Folgende zeigen wird.

I. Entstehen Mineralien aus einer gemeinsamen Mutterlösung, dann können sie sich entweder alle zu gleicher Zeit aus derselben ausscheiden, oder erst nach einander, also nicht gleichzeitig, entwickeln.

a) Sind sie gleichzeitiger Entstehung (isochronisch), dann erscheinen sie je nach der Menge der einzelnen Artenindividuen mehr oder minder gleichmässig unter einander gemischt und so mit einander verwachsen, dass man nicht erkennen kann, ob irgend eins der associirten Mineralien die Grundlage für die anderen bildet; sie umschlingen oder durchwachsen sich gegenseitig so, dass ein und dasselbe Mineral an demselben Punkte als das umschlungene und an einer anderen Stelle als das umschlingende auftritt. Können nun in diesem Falle die einzelnen Individuen sich normal entwickeln, was bei verdünnten Lösungen und bei ganz allmähliger Verdampfung des Lösungsmittels oder sehr langsamer Abkühlung der gelösten Substanzen geschehen kann, dann ist eine solche isochronische Aggregation aus lauter mehr oder minder ausgebildeten Krystallen zusammengesetzt und bildet so

ein krystallisches Gemenge. Können dagegen die einzelnen Individuen ihre Krystallform nicht vollständig entwickeln, was bei einer schon concentrirteren Lösung oder bei rascherer Verdampfung des Lösungsmittels der Fall ist, dann besteht eine solche isochronische Aggregation aus lauter krystallinischen Körnern, Stengeln, Fasern, Blättern oder Schuppen und bildet so ein krystallinisches (körniges, stengeliges, faseriges, blättriges oder schuppiges) Gemenge. Und können endlich die einzelnen Individuen gar nicht zur Entwickelung ihrer Krystallform gelangen, was stets bei möglichst concentrirten Lösungen und bei einer sehr rasch eintretenden Verdampfung des Lösungsmittels oder endlich auch bei einer plötzlich eintretenden starken Abkühlung der in Lösung befindlichen Materialien stattfindet, dann entstehen nur dichte oder auch amorphe Gemenge, in welchen die einzelnen Mineralarten oft kaum noch unter einem guten Vergrösserungsglase zu bemerken sind. Bisweilen jedoch erscheinen diese dichten Gemenge nur unserem blossen Auge amorph, während sie schon unter einem einfachen Vergrösserungsglase noch krystallinisch aussehen. In diesem Falle nennt man sie mikro- oder kryptokrystallinische Gemenge.

b) Wenn sich dagegen von den, aus einer gemeinsamen Mutterlösung entstehenden, Mineralarten die einen früher, die anderen später entwickeln, wenn sie also nicht von gleichzeitiger Bildung (demnach anisochronisch) sind, dann zeigen auch ihre Aggregationen keine gleichmässige Verwachsung der associirten Mineralarten, sondern die einen, welche zuerst entstanden, also die ältesten, sind, erscheinen als die Unterlage der anderen, welche sich erst später entwickelt haben. In dieser Weise bemerkt man z. B. bei recht grosskörnigen Graniten des Thüringer Waldes den Orthoklas als die Unterlage, auf welcher sich der Turmalin (oder statt dessen der Kaliglimmer) abgesetzt hat, und diesen wieder sammt dem Orthoklase als die Unterlage des Quarzes, so dass man hiernach schon aus der Aggregationsart der Gemengtheile dieser Granite erkennen kann, dass ihre drei Gemengtheile nicht von gleichzeitiger Entstehung sind.

Für die Entstehungsweise dieser anisochronischen Aggregationen kann man sich nun im Allgemeinen zweierlei Bildungsverhältnisse denken:

a) Es können sich in einer gemeinsamen Mutterlösung Mineralien von ungleich leichter Lösbarkeit befinden. In diesem Falle werden sich die schwerer lösbaren früher absetzen, als die in weniger Wasser lösbaren und so diesen letzteren zur Unterlage bei ihrer Ausscheidung aus der Lösung dienen. Dies findet wohl z. B. bei allen Silicatassociationen statt, welche aus einem kieselsäurereicheren und einem kieselsäureärmeren Silicate bestehen; denn in den Aggre-

gationen derselben wird stets das erstere als das schwerer lösliche von dem letzteren als den leichter löslichen bedeckt erscheinen. Eben dasselbe kann man noch deutlicher beobachten bei Lösungen, in welchen sich Kieselsäure und Carbonate des Eisenoxydules, der Magnesia und Kalkerde befinden; denn bei der allmähligen Ausscheidung dieser Mineralsubstanzen wird man stets eine unabänderliche Uebereinanderfolge derselben bemerken, in welcher das am schwersten lösliche (der Quarz) zu unterst und das leichtest lösliche (der Kalkspath) zu oberst zu finden ist.

β) Es kann sich aus einer Mutterlösung zunächst nur eine einzige Mineralart entwickeln, welche sich aber im Zeitverlaufe ganz oder theilweise zersetzt und auf diese Weise aus sich heraus mehrere neue Mineralarten bildet, welche dann sich um die noch übrigen Individuen ihres Mutterminerales herum absetzen, so dass diese letztere ihre Unterlage bildet. So kann sich aus dem Turmalin Glimmer bilden; der letztere wird sich dann auf dem noch unzersetzten Antheil des ersteren absetzen. Eben so kann aus dem Orthoklase Kaliglimmer und zugleich auch Quarz entstehen, wie G. Bischof in seiner chemischen Geologie nachgewiesen hat. Diese beiden Abkömmlinge des Orthoklases werden sich dann auf den noch unzersetzten Individuen des letzteren absetzen.

Alles dieses vorausgesetzt, können sich bei den nicht zu gleicher Zeit entstandenen Mineralassociationen folgende Aggregationsweisen zeigen:

α) Die sich bildenden Mineralien entwickeln sich in kurz auf einander folgenden Zeiträumen und ziemlich gleichmässig. Hierdurch entstehen je nach den schnelleren oder langsameren Bildungsverhältnissen und der stärkeren oder schwächeren Concentration der Mutterlösung entweder krystallinische, ungleichmässige Gemenge, in denen die zuerst entstandenen Mineralarten mehr oder minder deutliche Krystallformen, die zuletzt entstandenen aber ungeregelte Körner oder amorphe Massen bilden; oder dichte Gemenge, in denen man die Arten der aggregirten Mineralarten nicht mehr oder nur sehr undeutlich erkennen kann.

β) Die sich bildenden Mineralarten entwickeln sich in länger von einander getrennten Zeiträumen und ungleichmässig. Unter diesen Verhältnissen können folgende Fälle gedacht werden:

1) Es entwickeln sich aus einer solchen Lösung ein oder mehrere Mineralarten ganz normal nach ihrer chemischen Constitution und Krystallform und erschöpfen hierdurch die nun noch übrige Mutterlösung oder Mutterlauge so, dass in ihr die chemischen Bestandtheile nicht mehr in dem Mengeverhältnisse vorhanden

sind, dass sich die nun noch entwickelnden Mineralarten normal ausbilden können. In diesem Falle werden die letzteren ein undeutliches, feinkörniges oder dichtes Gemenge um die zuerst entstandenen, krystallisch ausgebildeten Mineralarten bilden und so diejenige Aggregationsform darstellen, welche man die porphyrische nennt. Aber in diesem Falle ist auch die Grundmasse den in ihr liegenden Krystallen mehr oder minder chemisch verwandt. Dasselbe findet auch statt, wenn die in der Grundmasse liegenden Krystalle aus einer theilweisen Umwandlung der ersteren hervorgegangen sind. Es kann indessen auch vorkommen, dass die in der Grundmasse liegenden Krystalle dieser chemisch ganz fremd sind, wie im §. 35. des III. Abschnittes da gezeigt worden ist, wo von den verschiedenen Silicaten, welche im Calcit eingewachsen auftreten, die Rede war. Diese letzte Aggregation rechnen wir daher schon zu der folgenden, porphyroidisch genannten.

2) Aus einer stark concentrirten Mutterlösung, welche sehr rasch erstarrt, entwickelt sich ein undeutlich gemengtes oder dichtes Aggregat von Mineralien, aus dessen Masse bei ihrer Erstarrung die nun noch übrigen chemischen Bestandtheile (welche nicht mit zur Bildung der Aggregatmasse verwendet werden konnten), heraus und in die bei der Erstarrung dieser letzteren entstandenen Blasen, Lücken und Spalten gepresst werden, in denen sie sich zu selbstständigen, der sie umschliessenden Masse mehr oder weniger fremdartigen, Mineralkörpern entwickeln. Die hierdurch entstehenden Aggregationsformen nennt man die porphyroidische, wenn sich aus den von der Hauptmasse ausgeschiedenen Bestandtheilen ein einzelnes, krystallisch vollkommen ausgebildetes Mineralindividuum entwickelt; oder drusige, wenn die ausgeschiedenen Mineralarten Rinden oder Ueberzüge von Krystallen namentlich auf den spalten- oder ritzenförmigen Lücken der sie umschliessenden Hauptmasse bilden; oder amygdaloidische oder mandelsteinförmige, wenn die aus der Hauptmasse ausgeschiedenen Minerale in den Blasen der ersteren sich absetzen und eine kugel-, ei- oder mandelförmige Gestalt haben. Von der ächten porphyrischen Aggregationsform unterscheiden sich diese letzteren drei Formen hauptsächlich dadurch, dass bei ihnen die in der Hauptmasse eingebetteten Minerale erst nach der Entstehung der ersteren (sei es aus der übrig gebliebenen und ausgepressten Mutterlösung oder aus den Zersetzungsprodukten der Hauptmasse) — gebildet worden sind, während umgekehrt bei den porphyrischen Aggregaten die in

der Hauptmasse liegenden Minerale zuerst und die sie umschliessenden Massen zuletzt entstanden sind.

3) Aus einer Mutterlösung, in welcher verschiedene Mineralarten von ungleicher Lösbarkeit enthalten sind, scheiden sich die einzelnen Mineralarten in Lagen oder Schalen über einander ab, so dass jede einzelne Lage nur aus einer Mineralspecies besteht. Meist erscheinen dann die einzelnen Lagen drusig-krystallisch entwickelt und bilden eine Aggregationsform, welche man die schalig drusige oder krystallinisch schalige nennen kann.

II. Entstehen Mineralien aus verschiedenen Lösungen, so sind nur folgende Fälle denkbar. Entweder mischen sich diese Lösungen mit einander, ehe sich noch in der einen von ihnen Mineralien entwickelt haben, und dann erhält man dieselben Erscheinungen, welche bei der Mineralbildung aus einer gemeinsamen Mutterlösung zum Vorschein kommen; oder es tritt die eine Lösung zu einem schon fertig gebildeten Mineralaggregate und dann kann sie entweder umwandelnd auf dasselbe einwirken oder ihre Mineralsubstanz theils auf den Individuen des von ihr berührten Aggregates absetzen, theils in die Blasenräume, Lücken oder Ritzen der letzteren einschieben und so wieder zur Bildung von porphyroidischen, drusigen und amygdaloidischen Aggregationen beitragen.

§. 42. Alle die bis jetzt betrachteten Aggregationsformen zeigen einen mehr oder minder starken Zusammenhalt ihrer sie bildenden Mineralindividuen. Ihnen gegenüber giebt es nun aber auch Aggregationen, deren Individuen entweder so locker mit einander verbunden sind, dass schon ein gelinder Schlag oder Druck ihren Zusammenhalt zerstört, oder auch ganz lose unter, über und neben einander liegen.

Die lockeren Aggregationen bestehen theils aus Krystallen oder krystallinischen Körnern und Blättchen, welche sich nicht mit ihren Flächen, sondern nur mit ihren Spitzen oder Kanten berühren, so dass ihr ganzes Gewebe von gröberen oder feineren Lücken und Zellen durchzogen wird; theils aus abgerundeten, grösseren oder staubartig kleinen Kügelchen und Knöllchen. Jene krystallinischen lockeren Aggregate können nun entweder dadurch, dass zwischen ihren einzelnen Individuen Mineraltheile später ausgelaugt werden, oder auch dadurch entstehen, dass die einzelnen sie bildenden Individuen sich aus einer Lösung niederschlagen, welche in fortwährender Bewegung ist, wodurch die sich ausscheidenden Krystalltheile an einer innigeren Verbindung gehindert werden. In der Regel erscheinen auch die einzelnen Individuen verzerrt oder auch wohl an ihren Kanten mehr oder weniger abgerundet. — Die aus abgerundeten Kügelchen oder staubartigen Theilen gebildeten lockeren Aggregationen dagegen sind wohl meistens aus der Zertrümmerung und Schlämmung von

krystallinischen Aggregaten mittelst Wasser entstanden. Bestehen sie aus staubfeinen Theilen, so erscheinen sie **erdig** und auch wohl **abfärbend.**

Die **losen** Aggregationen endlich sind entweder Zertrümmerungsproducte der festen und lockeren Aggregationsformen oder bestehen aus vollständig ausgebildeten, selbständigen Krystallindividuen. Ist dies letztere der Fall, dann sind sie auf folgende Weise entstanden: Wenn sich in einem recht zarten, nicht allzudünnen Thonschlamme Minerallösungen verschiedener Art befinden, so hindert der Schlamm zwar nicht die Entwickelung der einzelnen Mineralkrystalle, wohl aber die innige Verbindung derselben unter einander. In Folge davon liegen die einzelnen Krystallindividuen nur lose neben einander in dem Thonschlamme eingebettet. Wird nun der letztere später durch Wasser allmählig ausgewaschen, so erscheinen die vorher durch ihn verkittet gewesenen Krystalle lose neben einander liegend.

II. Specielle Betrachtung der Mineralaggregationen in ihrer massigen Entwickelung als Felsarten.

§. 43. Wenn eine Mineralaggregation in so starker Massenentwickelung auftritt, dass sie für sich allein mehr oder minder grosse Räume in der Erdrinde ausfüllt und hierdurch von Bedeutung für den Aufbau dieser letzteren wird, so bildet sie eine **Felsart** und die Verbindungsweise ihrer einzelnen Individuen das **Gefüge** oder die **Structur** dieser letzteren. In dem Gefüge der Felsarten finden wir also die sämmtlichen oben schon erwähnten Aggregationsweisen zwar wieder, allein mit so mannichfachen Abändrungen, dass dasselbe in seinen verschiedenen Modificationen hier noch näher betrachtet werden muss. Gehen wir hierbei von der Entwickelungsweise und Körperform aus, in welcher die einzelnen Mineralindividuen einer Aggregation auftreten können, so erhalten wir folgende Gefügearten der krystallinischen Felsarten:

Die Mineralindividuen einer Aggregation sind:

entweder gleichmässig entwickelt als				oder ungleichmässig entwickelt als	
Krystalle oder krystallinische Körner	Blättchen oder Schuppen	Stängel oder Fasern	Pulver	theils Pulver, theils Krystalle	theils Pulver, theils Krystalle, theils Sphäroide
im krystallinisch körnigen Gefüge.	im schieferigen oder flaserigen Gefüge.	im stengeligen oder faserigen Gefüge.	im dichten Gefüge.	im Porphyrgefüge.	im Mandelsteingefüge.
Einfache Gefüge.				Zusammengesetzte Gefüge.	

Ueber diese einzelnen Arten des Gefüges ist nun im Besondern no Folgendes zu erwähnen:

1) Das körnigkrystallinische und reinkrystallinische Gefüg Die Masse einer Felsart besteht vorherrschend aus eckigen, — nicht vol ständig ausgebildeten —, Krystallkörnern oder auch vollständigen Krystalle welche unmittelbar durch gegenseitige Verwachsung m einander verbunden sind. Oft sind mit diesen Mineralkörnern au blättrige, stengelige oder faserige Mineraltheile verbunden: Diese letzter liegen dann aber ordnungslos zerstreut zwischen den körnige Gemengtheilen.

Bei manchen grosskörnigen Graniten erscheinen indessen die bildend Minerale in so unregelmässig gestalteten Stücken, dass man il Gefüge besser eckigkörnig als krystallinischkörnig nennen kann.

2) Das blättrig- und schieferigkrystallinische Gefüge: D Masse einer Felsart besteht vorherrschend aus blättrigen oder schuppig Mineralindividuen, welche mehr oder weniger parallele Lagen bilden, dass die Gesteinsmasse sich in der Richtung dieser Lagen mehr oder wenig leicht in Platten spalten lässt. Diese Art des Gefüges wird stets durc Mineralien hervorgerufen, welche in Tafeln, Blättern und Schuppen auftrete also namentlich durch Glimmer, Chlorit, Delessit, Talk oder durch de schuppigen Eisenglanz (Eisenglimmer) oder auch durch Graphit, ja selb durch Kohlentheilchen, so dass selbst erdige Massen, wie Thon und Lehm beim Festwerden nur dann ein schiefriges Gefüge erhalten, wenn ihr Masse fein zertheilte Glimmer-, Chlorit- oder Kohlenlamellen in gross Menge beigemischt sind.

Vielfache Versuche und Beobachtungen haben mir dieses stets gezeig so dass ich mit einer gewissen Zuversicht behaupten möchte: Besitz eine Felsart, sei es krystallinische oder klastische, ein schiefrige Gefüge, so enthält sie auch eins der vorgenannten Mineralien al Gemengtheil.

Es können nun aber in einem Mineralgemenge, die das Schiefergefüg bedingenden Minerale bald unter sich stetig zusammenhängende, bald auc mannichfach unterbrochene Lagen zwischen den übrigen Gemengtheile bilden. Ist das erste der Fall, dann lässt sich ein Schiefergestein leicht i parallele Platten spalten; sind dagegen die Blätterlagen unterbrochen un mit den übrigen Gemengtheilen ungleich fest verwachsen, dann wird di Spaltung eines Gesteines in Schieferplatten schwierig. — Ueberhaupt gil in dieser Beziehung folgendes:

Je nach der Leichtigkeit, mit welcher sich eine Gesteinsmasse in Platte oder Blätter spalten lässt, und je nach dem mehr oder weniger vollständige Parallelismus der einzelnen Blätterlagen unterscheidet man vollkommen und unvollkommenschiefriges, dick- oder dünnschiefriges, grade-, wellig- un

krummschiefriges Gefüge. — Je mehr die übrigen körnigen Gemengtheile einer Gesteinsmasse zurücktreten oder je vollständiger sie von den blättrigen Minerallagen umhüllt werden, desto vollkommener tritt das Schiefergefüge hervor; je mehr dagegen sich die körnigen Gemengtheile als besondere Lagen zwischen den Blätterlagen absondern und je mehr nun eine ungleiche Verwachsung zwischen diesen und den ersteren stattfindet, desto zerrissener und unterbrochener erscheinen die Lamellenlagen und desto weniger leicht lässt sich ein schiefriges Gestein in parallele Lagen spalten. Gelingt es nun auch, ein solches Gestein in der Richtung seiner Schieferlagen zu spalten, so erscheinen die Spaltungsflächen sehr uneben und wulstig, wie die abgespaltenen Lagen selbst nur scherbenförmige oder wulstige Plattenbruchstücke darstellen. Man nennt darum auch diejenige Art des unvollkommenen Schiefergefüges, bei welchem sich die letztgenannten Erscheinungen beim Spalten offenbaren, flaseriges Gefüge. Oft nähert sich dasselbe dem körnigen Gefüge so, dass man die Blätterlagen nur noch an den Querlinienstreifen erkennt, welche sich im Querbruche eines Gesteines zeigen.

Diese Querlinienstreifen im Bruche eines Gesteines sind überhaupt das beste Mittel zur Erkennung nicht blos des schieferigen und flaserigen Gefüges, sondern auch der Gemengtheile eines Gesteines.

3) Das stengelige und faserige Gefüge: Die Masse eines Gesteines ist vorherrschend aus prismatischen, stengeligen oder faserförmigen Mineralindividuen zusammengesetzt. Diese Art des Gefüges wird hauptsächlich durch Mineralarten hervorgerufen, welche in Säulen oder Prismen krystallisiren, so namentlich durch Aragonit, Gyps, Hornblende- und Augitarten, endlich auch durch Turmalin. Bemerkenswerth ist es indessen, dass auch manche Mineralarten, welche im frischen Zustande keine Spur von Faserbildung zeigen, eine Art Fasergefüge in anfangs körnigen oder porphyrischen Gesteinen hervorrufen, sobald sie in den Verwitterungszustand treten. Dies ist unter anderem der Fall bei den Hornblendegesteinen, ja selbst bei manchen Oligoklas reichen Felsarten. — Je nach der gegenseitigen Verbindung der faserbildenden Gemengtheile unterscheidet man übrigens parallel-, strahlig- und verworrenfaseriges Gefüge.

4) Das dichte Gefüge: Die Massetheile eines Mineralaggregates sind so klein, dass man ihre Gestalt mit blossem Auge nicht mehr erkennen kann. Gar viele Gesteine indessen, welche unserem blossen Auge als vollkommen dicht erscheinen, zeigen schon unter der einfachen Loupe ein theils körnig-, theils blättrigkrystallinisches Gefüge. Man nennt sie alsdann kryptokrystallinisch oder auch krystallinisch dicht.

Das verborgenblättrige Gefüge erkennt man bei scheinbar dichten Gesteinen oft schon daran, dass sich dieselben beim Zerschlagen blättern oder nach bestimmten Richtungen hin in Schieferblätter spalten lassen. Ebenso offenbart sich das verborgenkörnige Gefüge gewöhnlich

durch den unebenen, gekörnelten oder rauhen Bruch, welchen dicht Aggregate beim Zerschlagen zeigen.

Es giebt aber auch noch dichte Gesteine, welche selbst unter de Loupe keine einzelnen Massetheile erkennen lassen, sondern ganz homoge oder „wie aus einem Gusse bestehend" (amorph) aussehen: Sehen die aus, wie eine erstarrte, mehr oder minder durchscheinende, Gallerte, so nen man sie opalartig; haben sie aber das Ansehen eines erstarrten Glasflusse so nennt man ihr Gefüge ein glasartiges (oder auch wohl schlackige Mineralaggregate mit einem solchen Gefüge zeigen gewöhnlich beim Ze schlagen einen vollkommen muscheligen Bruch mit scharfen Rändern, w man z. B. am Obsidian oder auch am Flint bemerken kann. Endlich gie es auch dichte Gesteine, deren staubigkleine Massetheile so locker zusamme hängen, dass sie sich schon durch Reiben mit dem Finger von einand trennen und an dem letzteren abfärbend hängen bleiben. Man nennt da das dichte Gefüge erdig.

Jene opalartig dichten Mineralaggregate bestehen vorherrschend a Kieselsäure und sind wahrscheinlich dadurch entstanden, dass gelatinö Kieselsäure oder auch eine mehr concentrirte Lösung von Kieselsäu (in kohlensaurem Wasser) rasch erstarrte: die glasartig dichten G steine aber bestehen vorherrschend aus Silicaten, — namentlic feldspathartigen —, und sind höchst wahrscheinlich durch vulcanisc Schmelzungen entstanden, sind also natürliche Gläser (Hyalolithe — die erdig dichten Aggregate endlich sind wohl stets aus allmähli austrocknenden Schlammabsätzen hervorgegangen.

5) Das lückige Gefüge: Zwischen den Individuen eines Minera aggregates befinden sich zahlreiche grössere und kleinere, nicht vo Mineralmasse erfüllte Räume oder Lücken. Es kann dasselbe entstande sein dadurch,

a. dass in einem körnig krystallinischen Aggregate die einzelnen Kry stalle sich nicht so aneinander gelegt haben, dass sie alle Räum zwischen sich ausfüllen, wie man z. B. bei manchen Trachyte beobachtet. In der Regel haben dann die leergebliebenen Lücken di Form von Poren und erscheinen gleichmässig durch die ganze Stein masse verbreitet. Man nennt dann diese Art des Gefüges porös.

Poröse Mineralaggregate sind dem Meteorwasser mit seinen Um wandlungsagentien weit mehr zugänglich und darum auch schnelle und leichter umwandelbar als sogenannte dichte Gesteine; den ihre Poren stehen in der Regel mehr oder minder unter einande in Verbindung, so dass sie ein Netz von Capillarröhren bilde durch welches die Atmosphärilien rasch durch alle Theile d Aggregates geleitet werden. Streng genommen möchte aber auc das scheinbar dichteste Gestein noch Poren besitzen; denn w

käme sonst das Zersetzungswasser in das Innere von Basalten und Obsidianen?

b. dass beim Erstarren einer Gesteinsmasse die einzelnen Gemengtheile sich nicht gleichmässig zusammen ziehen. Die hierdurch entstehenden Lücken sind gewöhnlich sehr unregelmässig und ritzen- oder spaltenförmig, und das ganze Gefüge erscheint dann zerrissen.

Auch zerrissene Aggregate sind den Umwandlungsagentien sehr zugänglich. Durch ihre Einwirkung auf die Mineralmasse der Spaltenwände werden dann Mineralien geschaffen, welche sich in den Ritzen- und Spaltenräumen absetzen und diese so ausfüllen, dass aus dem zerrissenen Gefüge das drusige wird.

c. dass sich aus der Steinmasse, während sie noch weich war, Gase oder Dämpfe entwickelten, welche die sie umgebende Mineralmasse blasig auftrieben. Gewöhnlich sind dann die Lücken bald kugelig, bald bohnen- oder birnförmig, bald auch schlauchförmig und dann, wenn sie sich in einer geneigt liegenden Steinmasse befinden, in der Richtung dieser Lage verlängert und blasig erweitert. In den oberen, mit der Luft in Berührung stehenden, Lagen vulcanischer Felsarten findet man dieses blasige Gefüge sehr häufig; oft erscheinen dann die Blasen zerrissen oder zerplatzt, wenn die in ihnen enthaltenen und zusammengepressten Gase, durch die Wärme der unter diesen Lagen befindlichen Gesteinsmassen ausgedehnt, gewaltsam die Blasenwände zersprengten. — Liegen in solchen Gesteinen die Blasen so dicht neben einander, dass ihre Zwischenwände sehr dünn und durchscheinend erscheinen, so nennt man ihr Gefüge schaumig, während man es als schlackig bezeichnet, wenn die Zwischenwände der Blasen und der unregelmässigen, hin und her gewundenen Schlauchräume dick und undurchsichtig sind. — In den unteren Lagen dieser vulcanischen Gesteine aber konnten die in den Blasenräumen befindlichen Mineraldämpfe nicht entweichen; sie verdichteten sich allmählig und setzten sich als feste Mineralien ab, welche nun entweder die Wände dieser Räume mit Krystallrinden überzogen oder auch wohl den Raum der Blasen mehr oder weniger ausfüllten und so Mineralaggregate von der Gestalt der Blasenräume bildeten, wie wir bei der Beschreibung des Mandelsteingefüges noch weiter sehen werden.

Diese Mandelsteine können nun aber später auch wieder ein blasiges Gefüge erhalten, wenn ihre Blasenausfüllungen auswittern.

d. endlich, dass in einem porösen Gesteine, welches aus leichter und schwerer verwitterbaren Mineralien besteht; die leichter auslösbaren verschwinden, wie dies z. B. beim dolomitischen Kalksteine der Fall ist. Hierdurch entstehen an der Stelle der ausgelaugten Gemengtheile grössere und kleinere, bald eckige, bald rundliche, aber stets unregel-

mässige leere Räume, durch welche das ganze Gestein ein zelliges (cavernöses) Gefüge erhält.

Werden die aus einer Gesteinsmasse ausgelösten Massetheile nicht vom Wasser ganz aus derselben weggeführt, so entstehen in Folge der Verdampfung ihres Lösungswassers in den erst durch ihre Lösung entstandenen Zellen aus ihrer sich abscheidenden Masse oft die schönsten Drusen z. B. im dolomitischen Kalksteine von Calcit, Aragonit und Siderit.

§. 44. In jeder der bis jetzt betrachteten Aggregationen erscheinen die einzelnen mit einander verbundenen Mineralindividuen von einerlei Form und unmittelbar unter einander verwachsen. Im Gegensatze zu ihnen giebt es nun aber auch Aggregationen, in denen die einen Individuen in der Gestalt von rein ausgebildeten einfachen Krystallen oder von bohnen- oder kugelförmigen Krystallconcretionen auftreten, während die anderen eine körnige oder dichte Grundmasse bilden, in welcher die erstgenannten Mineralkörper eingebettet erscheinen. Zu dieser zweiten Art von Aggregationen, welche wir im Gegensatze zu den im §. 43. erläuterten einfachen Gefügearten zusammengesetzte nennen, gehören namentlich folgende Modificationen des Gefüges:

1) Das porphyrische Gefüge: In einer einfachen, dichten, oder in einer undeutlich gemengten, dichten bis feinkörnigen Mineralgrundmasse liegen mehr oder minder gut ausgebildete Krystalle von einer oder auch von mehreren Mineralarten eingebettet. — Gehören nun die in der Grundmasse eingebetteten Krystalle zu denselben Mineralarten, zu denen auch die Gemengtheile der Grundmasse gehören, oder sind sie den letzteren wenigstens chemisch und morphologisch nahe verwandt, so nennt man das von ihnen gebildete Gefüge ein Porphyrgefüge und die mit diesem Gefüge versehenen Mineralaggregate Porphyre. Sind dagegen die in einer Mineralgrundmasse liegenden Krystalle ihrer Art nach gar nicht oder nur entfernt verwandt mit dieser Grundmasse, so nennt man ihre Aggregationsweise ein porphyroïdisches oder porphyrähnliches Gefüge. — Sowohl bei den ächten Porphyren wie bei den Porphyroïden sind die Krystalle in der Regel nicht ganz innig mit der Grundmasse verwachsen, sondern nur eingebettet in ihr, so dass sie sich mehr oder minder leicht aus derselben heraussprengen lassen. Man kann wohl daraus folgern, dass bei der Bildung der Gesteine mit diesem Gefüge die eingebetteten Krystalle sich zuerst gebildet hatten und schon fix und fertig waren, als die sie umhüllende Grundmasse zu ihrer Ausbildung und Erstarrung gelangte.

Mit diesem porphyrischen Gefüge darf nicht verwechselt werden das porphyrartige Gefüge, welches sich sowohl bei körnig krystallinischen wie bei schiefrigen, gemengten Gesteinen zeigt, sobald irgend einer der Gemengtheile in grösseren und ausgebildeteren Krystallen die übrigen

Gemengtheile so überragt, dass das Gefüge, oberflächlich oder in der Ferne betrachtet, das Ansehen eines Porphyres erhält. In der Regel aber sind diese hervorragenden Krystalle mit den übrigen Gemengtheilen so fest und innig verwachsen, dass man hieraus schon die gleichzeitige Entstehungsweise aller Gemengtheile erkennen kann.

Es ist übrigens bemerkenswerth, dass bei den Porphyroiden so häufig Salze des Kalkes, der Magnesia oder auch des Eisenoxydules, — z. B. Calcit, Gyps, Dolomit, Siderit oder auch Serpentin, Chlorit und Talk — so häufig die Grundmasse bilden, während die in dieser Grundmasse liegenden Krystalle vorherrschend Silicate aus den Gruppen der Amphibolite, Edelkiesel, Phengite und der Eisenoxyde sind. (Vgl. hierzu das III. Capitel §. 35. S. 84.).

2) Das amygdaloïdische Gefüge: Es entwickelt sich in Gesteinen mit blasigem Gefüge dann, wenn sich die — bald kugeligen, bald bohnen- oder birnförmigen, bald auch schlauchähnlichen — Blasenräume mit Mineralmasse ganz oder theilweise ausfüllen. Diese Ausfüllungen, welche dann in der Regel die Gestalt der von ihnen eingenommenen Räume haben und sehr häufig einer Mandel (amygdalum) ähnlich sehen, können nun hervorgebracht werden durch die Verdichtung entweder der in den Blasenräumen eingeschlossenen gasförmigen Mineralstoffe (und sind dann Concretionen), — oder der Minerallösungen, welche von den Seiten her durch feine Haarspalten (Infiltrationskanäle) aus der Grundmasse in die Blasenräume eindrangen, als diese letztere noch weich und von der übrig gebliebenen Mutterlauge durchdrungen war, — oder endlich durch die beiden ebengenannten Mittel zugleich. Auf diese Weise können also in einem Blasenraume viererlei Mineralkörper vorkommen:

a. durch die im Blasenraume eingeschlossenen und sich verdichtenden dampfförmigen Minerallösungen gebildete Minerale. Da diese letzteren wohl vorherrschend aus kohlensaurem Wasser und Kieselsäure bestehen, so werden bei ihrer Verdichtung namentlich Quarzkrystalle zum Vorschein kommen, welche sich an den Wandungen der Blasen absetzen, Drusenrinden bilden und gewöhnlich den Raum der letzteren nicht ganz ausfüllen. Indem nun aber durch die Ausscheidung der Kieselsäure aus diesen Dampflösungen das kohlensaure Wasser frei wird, so wird

b. durch dieses letztere die Mineralmasse der Blasenwände angeätzt. Die hierdurch entstehenden Blasenausfüllungen bestehen demnach aus den Zersetzungs- und Umwandlungsproducten der die Blasenräume einschliessenden Mineralmasse. Bei den Labrador oder Anorthit und Hornblende oder Augit haltigen Gesteinen bestehen sie dann in der Regel aus Delessit oder Grünerde, Kalkspath oder Siderit; bei den

kieselsäurereicheren Feldspathen aber aus Iaspis und amorphen Quarzarten (Carniol und Chalzedon), bisweilen auch aus Aragonit oder Baryt;

c. durch die in die Blasenräume von Aussen her gelangten Minerallösungen erzeugte Ausfüllungen. Diese sind nun verschieden, je nachdem die Auflösungen aus der Masse der die Blasenräume umschliessenden Gesteine herausgequetscht oder durch Infiltrationscanäle aus ganz fremdartiger Umgebung herbeigefluthet wurden.

α. Die aus den Wänden der Blasenräume, also aus der blasenbildenden Gesteinsmasse, herausgepresste Minerallösung besteht entweder aus den Resten der Mutterlösung, aus welcher sich auch die ganze Gesteinsmasse gebildet hat, oder aus den Auslaugungsproducten dieser letzteren. In diesem Falle werden demnach die Blasenausfüllungen der Labrador und Anorthit haltigen Gesteine vorherrschend aus Zeolithen, Calcit und auch wohl Siderit; die der Oligoklasgesteine aber namentlich aus amorphen Quarzarten, Calcit und Baryt, weniger aus Zeolithen bestehen.

β. Die aus fremdartiger Umgebung in die Blasenräume eingesinterte Minerallösung dagegen setzt namentlich Mineralien, welche in reinem oder kohlensaurem Wasser mehr oder minder leicht löslich sind, ab, so amorphe Quarzarten, Calcit, Fluorit, Gyps, auch Chlorit und Speckstein.

Dauerte die Infiltration ununterbrochen fort, so füllten sich die Blasenräume gleichmässig ganz aus bei einer verdünnten Lösung mit einer Krystallgruppe, bei concentrirter Lösung aber mit einem compacten Mineralkörper von der Gestalt des Blasenraumes und mit einem, oft kaum wahrnehmbaren, krystallinischen Gefüge. Erfolgte aber diese Infiltration nur in unterbrochenen Zwischenräumen, so dass sich immer erst ein Mineralabsatz in der Blase bilden konnte, ehe die Infiltration von Neuem begann, dann entstanden schichtweise über einander liegende Absätze, wie wir unter anderem in den mit sogenanntem Bandachat erfüllten Blasenräumen mancher Melaphyrmandelsteine deutlich erkennen können;

d. durch die Umwandlung der infiltrirten Minerale mittelst der in den Blasenräumen vorhandenen Gase erzeugte Ausfüllungen. — Dieser Fall trat hauptsächlich ein, wenn die Blasenräume Kohlensäure enthielten oder auch wohl atmosphärisches Wasser durch Haarspalten von Aussen her in die Blasenräume zu den infiltrirten Lösungen trat. Hierdurch entstanden aus den eben erstgebildeten Zeolithen Steinmark und Calcit, aus dem Siderit Eisenoxydhydrat oder auch Eisenkies u. s. w.

Nach allem diesen sind also die sogenannten Mandelsteine Felsarten mit einer einfachen oder auch undeutlich gemengten, dichten oder feinkörnigen Grundmasse, in welcher sich kleine oder auch sehr grosse, kugel-, bohnen-, mandel- oder auch birn- bis schlauchförmige Blasenräume befinden, welche theilweise oder ganz erfüllt erscheinen, theils mit einer einzigen theils auch mit mehreren, lagenweise verbundenen Mineralarten, die aber von anderer mineralischen Beschaffenheit sind als die sie einschliessende Grundmasse, und wegen ihrer Gestalt Mandeln genannt werden.

Sie finden sich vorzüglich bei den Oligoklas, Labrador oder Anorthit und Amphibolite haltigen Gesteinen, so bei den Diabasiten, Melaphyren und Basalten, wodurch sich auch die in ihren Blasenräumen vorhandenen Mineralbildungen, wie Zeolithe, Calcite, amorphe Quarze — bekanntlich lauter Umwandlungs- und Auslaugungsproducte der kieselsäurearmen Feldspathe — erklären lassen.

Zusatz: Die über kopfgrossen Blasenausfüllungen der Mandelsteine nennt man Geoden. Diese Geoden bestehen sehr oft aus mehreren concentrischen Lagen verschiedener Mineralarten und zeigen bisweilen an der Oberfläche ihrer innersten Lage Krystalle oder auch — namentlich aus Chalzedon bestehende — stalaktitische Drusen, welche in den noch übrigen hohlen Centralraum der Blase hineinragen. In der Regel erscheinen sie, ebenso wie die Mandeln, durch eine eigene Umschliessungsrinde so von den Blasenwänden abgesondert, dass man sie leicht aus ihren Höhlungen herausnehmen kann. Auch erscheint noch bemerkenswerth, dass man namentlich an ihren oft nach Aussen gebogenen Lagen noch die Stellen der ehemaligen Infiltrationscanäle bemerken kann.

3) Das variolitische Gefüge: In einer dichten, feinkörnigen oder auch schiefrigen Grundmasse liegen kleine, hirsen- bis erbsengrosse, kugelige oder linsenförmige Secretionen, welche sich in der Regel durch ihre Härte, Consistenz und Farbe von der sie umschliessenden Grundmasse unterscheiden, oft aber auch mit derselben so innig verwachsen sind, dass ihre Umrisse in derselben verfliessen und man ihre Existenz erst bei der Verwitterung der Grundmasse bemerkt, indem sie alsdann wie Blattern (Variolae) aus der Oberfläche der Grundmasse hervorragen. Bisweilen bestehen diese Kügelchen aus Calcit, so beim Diabasmandelsteine, bisweilen aber auch aus amorphem Quarz oder selbst aus Zeolithen. Ueberhaupt aber möchten wohl dieselben, wie die Mandeln, nichts weiter sein als Auslaugungsproducte der sie umschliessenden Gesteinsmasse. Wittern sie aus, so erscheint ihre Grundmasse durchlöchert.

4) Das sphärolithische Gefüge: Kugel- oder linsenförmige,

hirsen- bis haselnussgrosse Concretionen, — welche entweder dicht si oder aus einem, oft fremdartigen, Kerne bestehen, welcher bald v strahligfaseriger bald von concentrischschaliger Mineralmasse umschloss ist —, liegen in einer, ihnen mineralisch verwandten oder auch ga gleichartigen, Grundmasse meist so dicht zusammengedrängt, dass man c kaum die letztere erkennen kann.

Diese Aggregationsart ist von der amygdaloïdischen und variolitisch einerseits dadurch, dass bei ihr die Grundmasse in der Regel v derselben Mineralart ist, wie die ihr eingewachsenen Sphärolithe, u andererseits dadurch unterschieden, dass die Sphärolithe eher en standen sind, als ihre Umhüllung. Wie später bei der Beschreibu der Wandelungen des Calcites noch näher angegeben werden soll, sind sie wohl sehr häufig Gebilde von Quellen oder tropfenden G wässern, welche Carbonate von Calcit oder Siderit gelöst enthielt und mit bewegten Sandkörnern in Berührung kamen, an denen s dann ihre Carbonate so lange absetzten, bis die Sandkörner zu schw geworden sich zu Boden senkten, wo sie nun weiter durch spät sich aus dem Wasser ausscheidende Carbonatmasse verkittet wurde — Sie können indessen auch in einem grösseren, gelöste Carbona haltigen, Wasserbecken entstehen, wenn Fliesswasser, welche vi Sand mit sich führen, von verschiedenen Seiten her in ein solch Becken münden, so dass das Wasser dieses letzteren in eine rotiren Bewegung gesetzt wird. — Endlich kann man aber auch bemerke dass Sandkörner, welche in einem, grade im höchsten Schmel befindlichen und sich in Folge davon kreisförmig bewegenden, Gla fluss geworfen werden, von concentrischen Glasschalen umhüllt u dann von der erstarrenden dichten Glasmasse zusammengekitt werden. Vielleicht ist diese Beobachtung, welche ich wiederholt g macht habe, geeignet, die Bildung der Perlite zu erklären.

Man unterscheidet nun von dem spärolithischen Gefüge:

a. das oolithische oder Rogensteingefüge: Hirsen- bis erbse grosse, strahligfaserige oder concentrisch schalige, scharf begrenz Kügelchen liegen mehr oder weniger dicht zusammengedrängt i einem dichten oder auch erdigen, ihnen gleichartigen od mineralisch verwandten Bindemittel. Diese Aggregationsfor welche oft versteinertem Fischrogen (daher ihr Namen) ähnli sieht, kommt namentlich oft beim Calcit, Siderit und Brauneisen erze vor und ist jedenfalls in der oben angedeuteten Weise dadur entstanden, dass Carbonat haltige Gewässer ihre Carbonate a bewegte Sandkörner absetzten. — Sind ihre einzelnen Concretione vollkommen rund und von der Grösse einer Erbse, so nennt ma sie Erbsensteine oder Pisolithe und die aus ihnen bestehend

Aggregation die pisolithische. Beim Calcit und Aragonit wird von ihnen mehr die Rede sein.

b. das Perlitgefüge: Hirse- bis haselnussgrosse, runde oder eckige, oft auch radialfaserige, Körner erscheinen von concentrischen Schalen umhüllt, welche als Abscheidungen der diese Körner verkittenden Steinmasse anzusehen sind.

Der Unterschied zwischen dieser und der oolithischen Aggregation möchte hauptsächlich in ihrer Entstehungsweise liegen. Die oolithische Aggregation entstand durch wässerige Lösungen von Carbonaten, die perlitische durch feurigen Schmelz von Silicaten; bei der ersteren bildeten sich die Kugelconcretionen früher als die sie verkittende Grundmasse, bei der perlitischen aber entwickelten sich die Concretionen aus der schon vorhandenen Hauptmasse.

5) Das drusige Gefüge: Ein lückiges Gefüge, dessen Zellen, Spalten und Risse ganz oder theilweise von Mineraldrusen, namentlich von Quarz oder Kalkspath oder auch wohl von Zeolithen, ausgefüllt sind. — Bisweilen durchdringen diese Drusen die Grundmasse so nach allen Richtungen hin, dass die letztere in lauter einzelne Stücken, welche von den Drusen umschlossen werden, getrennt erscheint und das ganze Gefüge das Ansehen hat, als seien die Drusen die Hauptmasse und die von ihnen umhüllten Grundmassenstücke nur eingebettete Trümmer.

Am Thüringer Walde bei Eisenach kommt ein Dolomit vor, welcher so von Kalkspathdrusen durchsetzt ist, dass in der That das Ganze das Ansehen einer Dolomitbreccie hat. Ebenso tritt in der Umgebung des Inselberges ein Porphyr auf, dessen ganze Masse so von Quarzkrystalladern durchschwärmt wird, dass die Porphyrmasse als das Ausfüllungsmittel des Quarznetzes erscheint. Auf ähnliche Weise erscheint bei Ilmenau ein rother Porphyr durch ein Drusennetz von Pyrolusit in lauter einzelne Porphyrfächer zertheilt.

Diese Art von Gefüge ist entweder dadurch entstanden, dass die Grundgesteinsmasse bei ihrem Erhärten sich zusammenziehend rissig wurde und die noch zwischen ihren erhärtenden Mineraltheilen befindliche Lösung in die Erstarrungsklüfte hineinpresste, oder dadurch, dass ein Theil der Grundmasse durch eindringendes kohlensaures Wasser ausgelöst wurde und dann bei der Verdampfung seines Lösungswassers sich in den durch seine Auslösung entstandenen Klüften in der Form von krystallinischen Rinden wieder absetzte, — oder endlich auch dadurch, dass kohlensaures Wasser, welches in die Erstarrungsspalten eindrang, das Wandgestein dieser Spalten anätzte, auslaugte und dann die Auslaugungsproducte wieder in den Spalten selbst absetzte.

Zweite Abtheilung.

Specielle Beschreibung
der
krystallinischen Felsgemengtheile.



I.

Uebersicht und Bestimmung der krystallinischen Felsgemengtheile.

§. 45. Zum Aufbau der Erdrinde haben nicht nur anorganische, sondern auch organische Substanzen das Bildungsmaterial geliefert. Aus jenen besteht, wie schon im I. Capitel des vorigen Abschnittes bemerkt, die bei weitem grösste Zahl, ja geradezu die Hauptmasse der Erdrinde; aus organischen Substanzen aber erscheinen gebildet einerseits die gewaltigen Ablagerungen der Glanz-, Schwarz-, Braun- und Torfkohlen und andererseits alle diejenigen Erdrindesubstanzen, welche Bitumina, Erzharze und harzsaure Salze genannt werden und Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, oft auch Stickstoff und Schwefel, enthalten.

§. 46. Nach ihrem Bildungsmaterial lassen sich demnach alle Mineralsubstanzen, welche als Gemengtheile der Felsarten auftreten, in folgende zwei Abtheilungen bringen:

A. **Anorganolithe,** d. h. Mineralien, welche nur aus einem einfachen chemischen Elemente (Elementarminerale), oder aus der paarweisen Verbindung von zweien dieser Elemente (Einfach zusammengesetzte oder binäre Minerale) oder aus der paarweisen Zusammensetzung von zweien, dreien oder mehreren dieser binären Verbindungen (Einfache und mehrfache Salzminerale) bestehen. Bezeichnend für alle hierher gehörigen Minerale ist also, dass sie einerseits entweder nur aus einem einzigen Elemente oder aus paarweisen Verbindungen von Elementen bestehen, und andererseits den Kohlenstoff, wenn sie solchen enthalten, nie in Verbindung mit Wasserstoff oder mit Wasser- und Sauerstoff zugleich besitzen und eben deshalb auch nicht mit Russ bildender Flamme verbrennen können.

B. **Organolithe,** d. h. Mineralien, welche aus der Umwandlung organischer Substanzen entstanden sind, deshalb (in der Regel) nicht aus einem einfachen chemischen Elemente, auch nicht aus paarweisen Verbindungen derselben bestehen und stets Kohlenstoff und Wasserstoff

(oft auch Stickstoff und Wasserstoff) enthalten, weshalb sie auch stets mit — meist Russ absetzender — leuchtender, bituminös riechender, Flamme und vollständig oder mit Hinterlassung einer pulverig-erdigen Asche verbrennen.

Zwischen diesen beiden Hauptabtheilungen des Mineralreiches bilden diejenigen Mineralarten, welche zwar aus der Zersetzung organischer Substanzen hervorgegangen, aber durch weitere Umwandlung oder durch Verbindung mit anorganischen Säuren oder Basen zu stöchiometrisch bestimmten Salzen ihren physischen und chemischen Eigenschaften nach den organischen Charakter ganz verloren haben, eine Mittelabtheilung, welche ich in Hindeutung auf ihre Abstammung Hemiorganolithe nennen möchte. Sie verflüchtigen sich entweder ohne allen Rückstand oder hinterlassen eine anfangs schwarze kohlige, später weiss oder braun werdende Asche, wenn sie vor dem Löthrohre unter Luftzutritt auf Kohle erhitzt werden.

Zu ihnen gehören der Graphit, Anthracit, Mellit, Oxalit und alle Ammoniaksalze. Unter diesen verdienen indessen nur die Ammoniaksalze hier eine weitere Erwähnung. Da aber diese ganz den Charakter der im Wasser löslichen anorganolithischen Salze an sich tragen, so sind sie zur leichteren Bestimmung in der folgenden Beschreibung in die Ordnung der eben genannten hydrolyten Salze aufgenommen worden, während der Anthracit mit allen übrigen Organolithen, welche deutlich den Charakter verkohlter Organismenreste an sich tragen, als nicht in den Beobachtungskeis dieses Werkes gehörig ausser Acht gelassen worden ist.

§. 47. Nach dem eben Ausgesprochenen werden nur die Anorganolithe hier weiter in Betracht gezogen. Die einzelnen Familien und Sippen dieser Abtheilung sind nun zur leichteren Bestimmung auf der beifolgenden „Uebersichtlichen Bestimmungstafel A." angegeben worden. Ueber die Einrichtung dieser letzteren mögen hier nur kurz folgende Bemerkungen ihren Platz finden:

Es sind auf dieser Bestimmungstafel die Mineralien nach den einfachsten, am leichtesten aufzufindenden Merkmalen in Gegensätze geordnet, von denen jedes zusammengehörige Paar durch eine gemeinsame Klammer vereinigt wird. Man geht demgemäss bei der Untersuchung eines Minerales von der obersten, die beiden Gegensätze I. und II. umfassenden, Hauptklammer aus und verfolgt von dieser aus die unter ihr angegebenen Gegensatz-Paare immer nach ihren Vereinigungsklammern, so dass, wenn man sich von I. oder II. an leiten lässt, man entweder zu a. oder zu b. gelangt. Gesetzt nun, es passte das zu I. gegebene Merkmal („Miner ohne metallisches Ansehen") auf das zu untersuchende Mineral, so führt dieses zu der unter I. befindlichen Klammer und unter dieser zu den

Sippen

schem Ansehen,
hen nicht durchsichtig.

der speis-
lberweiss;
Salpeter-
wasser lös-

b) Grau- oder eisenschwarz, abfärbend; milde; schneidbar. In Salpetersäure unlöslich.

In Salzsäure unter Entwickelung von Chlor löslich (vgl. Manganerze).

In allen Säuren unveränderlich.

Graphit. Anthracit.

α) Flüssig.
II. Wasser.
(§. 60 a.)

peisgelb,
iss, blei-
In Sal-
nigswas-
ickelung
nz oder
Pulvers

β) Eisenschwarz; im Ritze oder als Pulver ockergelb, rothbraun od. schwarzgrau. In Salpetersäure od. Königswasser ohne Entwickelung gelber Dämpfe ganz oder theilweise mit gelb- od. rothbrauner Farbe löslich:
Eisen- u. Manganoxyde (§. 54 u. 55).

e Lösung
farblos:

B) Mit Absatz eines weissen od. gelben Pulvers löslich:
Schwefel-, Arsen-, Antimonerze.
(§. 51.)

r:

Vom Messer ritzbar:

ritzbar (H.=3,5-4)

leicht ritzbar.

warz
phibole)

weiss, gelb, grün, blau:

grün, blau.
Lthr. erhitzt
grün phosphorescirend.
Fluoride.
(§. 68.)

Weiss, oft ins gelbliche u. röthliche. Schwer.
III. Sulfate.
Schwerspath.
(§. 63 c.)

er nicht od. wenig vom Fingernagel ritzbar: (H.= 2,5—3.)

auch vom Fingernagel ritzbar.
(Härte = 1—2,5).

Dicht, faserig oder blättrig:

Erdig; an d. feuchten Lippe klebend.
Thone.

In dünne, durchsichtig. Blättchen zerspaltbar, metallisch schimmernd.
VI Glimmer.
(§. 111.)

Fettig anzufühlen, blättrig oder schuppig: grünlichweiss; blau- od. lauchgrün:
(Glimm. §. 111. Chlorit, Delessit, Talke).

Mager anzufühlen, weiss od. bläulich, meist dicht od. körnig od. faserig:
(vgl. Sulfate, Gyps und Anhydrit. (§. 63 a.).

kmalen a. und b.; und passte nun unter diesen beiden Merkmalen das 3. bei b. angegebene („Fest und an der Zunge keinen Geschmack er-end"), so führt dieses wieder zu einer Klammer, unter welcher die Gegen-e α. und β. angegeben sind; und passte nun endlich unter diesen z. B. Satz β. („Mit Salzsäure aufbrausend"), so gelangte man schliesslich zu : Kohlensauren Spathen, deren wichtigere Arten man dann weiter dem — hinter dieser Familie angegebenen — §. charakterisirt findet. — folgt man auf diese Weise — Schritt für Schritt — die von einander ängigen und auseinander folgenden Klammern, so wird man immer zum eren Ziele gelangen. Damit man aber auch die auf dieser Tafel an-gebenen Merkmale richtig auffindet, mögen noch folgende Andeutungen nen:

1) Um die Verbrennlichkeit eines Minerales zu erfahren, legt man ein kaum linsengrosses Stückchen desselben auf eine glühende Kohle und bläst von der Seite her — z. B. mit dem Löthrohre (M. d. L.) — auf die Stelle der Kohle, wo das Mineral liegt.
2) Um das Verhalten gegen Säuren zu prüfen, braucht man ein Gläschen mit Salzsäure, eines mit Salpetersäure, eins mit Schwefelsäure, dazu ein 2—3 Zoll langes Probircylinderchen und eine kleine Spirituslampe.
   a. Zur Untersuchung auf Kohlensäure lässt man erst einen Tropfen Salzsäure zuerst auf die frische Fläche des Minerales fallen. Entsteht jetzt rasch ein Aufbrausen, so deutet dieses z. B. auf kohlensauren Kalk; zeigt sich aber kein Blasenwerfen, so ritzt man die mit Säuren befeuchtete Stelle: entsteht jetzt in dem gemachten Ritze allmählig ein langsames Blasenwerfen, so hat man z. B. Dolomit. Oft zeigt sich dieses Aufbrausen beim Dolomit erst, wenn man auf ein Pulver Salzsäure giesst und dann dasselbe erwärmt. — Bei diesem Versuche kann man auch zugleich erfahren, ob man Mergel vor sich hat. Ist dieses nämlich der Fall, so bleibt beim Abwischen der mit Säure betropften Stelle an dem Finger thoniger Schlamm hängen.
   b. Zur Untersuchung der Löslichkeit thut man eine Federmesserspitze voll des Pulvers von dem zu untersuchenden Minerale in ein Probirgläschen und erwärmt über der Spirituslampe, aber nur ganz gelinde. Hat sich nach 20 Minuten nichts gelöst, so erscheint das Mineral in der angewandten Säure unlöslich und man macht denselben Versuch mit einer anderen Säure. — Schwefelmetalle darf man bei ihrer Behandlung mit Salpetersäure nur sehr gering erwärmen, weil sich sonst leicht ihr Schwefel in Schwefelsäure umwandelt und dann natürlicherweise nicht mehr zum Vorschein kommt.

3) Um die charakterisirende Farbe eines Mineralpulvers zu erkennen, übergiesst man eine Federmesserspitze voll dieses Pulvers in einem etwas weiten Probircylinder mit Wasser, rüttelt um und giesst dann die trübe Flüssigkeit behutsam auf eine ganz farblose, reine, nur sehr wenig geneigt liegende Glastafel, so dass die darauf gegossene Flüssigkeit nur ganz langsam abfliessen kann. Das im Wasser geschlämmte Steinpulver bleibt jetzt feinzertheilt auf der Glastafel sitzen. Hält man nun diese so zwischen Sonne und Auge, dass man durchsehen kann, so gewahrt man die dem Pulver eigenthümliche Farbe. Auf diese Weise kann man z. B. leicht die Hornblende vom Augite unterscheiden.

4) Zur Bestimmung der Härtegrade braucht man einen ganz durchscheinenden, nicht weisslich gewölkten, möglichst scharfeckigen Feuerstein, ein gutes Stahlmesser oder eine kleine englische Feile, einen guten Feuerstahl und einige recht spitzeckige Stückchen Spiegelglases. Bei der Anwendung dieses Prüfungsmittels stemmt man den vierten Finger (Ringfinger) an die Kante des zu prüfenden Minerales und fährt nun mit dem Prüfungsmittel, welches man zwischen Daumen und Zeigefinger hält, ohne stark aufzudrücken, nach dem Ringfinger zu. Hierbei ist aber zu bemerken, dass man nach dem Ritzen über den scheinbar entstandenen Ritz mit dem flachen Finger hinstreichen muss, um zu sehen, ob derselbe wieder verschwindet, indem das sogenannte Ritzpulver oft dadurch entsteht, dass sich die Spitze des Prüfungsmittels auf der Steinfläche abreibt. — Endlich muss man stets eine ganz frische Fläche des Minerales anritzen und bei faserig oder stengelig abgesonderten Mineralien quer auf die Fasern zu ritzen suchen.

Die allgemein eingeführte und auch von mir bei der speciellen Beschreibung der einzelnen Minerale benutzte Härtescala von Mohs verhält sich zu unseren angewandten Härteprüfungsmitteln in folgender Weise:

A. Minerale, welche den Feuerstein ritzen, aber nicht von ihm geritzt werden:

Edelharte Minerale, nach Mohs { Härtegrad 10 = Diamant,
„ 9 = Korund
„ 8 — Topas.

B. Minerale, welche den Feuerstein nicht ritzen,

I. und auch nicht von ihm angegriffen werden:
Quarzhärte; nach Mohs: Härte 7 = Quarz,

II. aber von Feuerstein geritzt werden:
a. dagegen das Glas ritzen,

α. ohne von ihm geritzt zu werden:
Gemeinhärte; nach Mohs: Härte 6 = Orthoklas,
β. und auch vom Glas geritzt werden:
Halbhärte; nach Mohs: Härte 5 = Apatit,
b. vom Glase geritzt werden, ohne es wieder zu ritzen
α. vom Messer schwer oder nicht ritzbar:
Halbweiche Miner; nach Mohs: Härte 4 = Fluorit,
β. vom Messer leicht ritzbar
1) aber nicht vom Fingernagel:
Weiche Miner; nach Mohs: Härte 3 = Calcit,
2) vom Finger ritzbar:
Zerreibliche Miner; nach Mohs { Härte 2 = Gyps, Härte 1 = Talk.

Die einzelnen Arten von jeder Familie sind auf besonderen Bestimmungstafeln bei der speciellen Beschreibung dieser Familie angegeben worden, so dass, wenn man nach der beifolgenden Uebersichtstafel erst die Familie für ein zu bestimmendes Mineral gefunden hat, die römische Zahl, welche vor, oder der §., welcher hinter jeder Familie angegeben ist, nach der Stelle der speciellen Beschreibung hinzeigt, wo man die einzelnen Arten aufgeführt findet.

Was endlich die auf der Bestimmungstafel und bei der weiteren Beschreibung angeordnete Reihenfolge der einzelnen Familien und Sippen betrifft, so soll dieselbe nur die Beziehungen andeuten, in welcher die einzelnen Familien zu einander stehen, aber keineswegs ein System vorstellen. Demgemäss erscheinen:

a. die Erze als das umzuwandelnde Material, aus welchen alle folgenden Familien entspringen können und zwar
   1) die reinen Metalle als das Bildungsmittel der Schwefel-, Arsen- und Antimonerze;
   2) die Schwefel-Arsenerze als die Bildungsmittel für Oxyde und Salze;
   3) die Oxyde als die Grundlage der Salze.
b. Das Wasser mit seinem Sauerstoffe und seiner Kohlensäure als das einleitende und anregende Hülfsmittel für die Umwandlung aller Minerale;
c. Die im Wasser löslichen Salze und Carbonate als die überall thätigen Umwandlungsstoffe oder als die Universalreagentien für alle folgenden Salzbildungen;
d. die Sulfate, Phosphate, Fluoride und Siliciolithe als das Material, aus welchen das Wasser mit den in ihm gelösten Säuren und Salzen neue Mineralkörper schafft.

Unter den Siliciolithen selbst folgen die Familien so, wie sie ihrer

chemischen Verwandtschaft, ihren Umwandlungsproducten und ihren Associationsverhältnissen nach folgen müssen.

Dieses sind also die Ursachen, warum in der nachfolgenden Beschreibung die hierbei folgende Anordnung getroffen worden ist.

I. Erze.
- I.[1] Reine Metalle.
- I.[2] Schwefel-, Arsen- und Antimonerze.
- I.[3] Oxyde.

II. Wasser und Eis.

III. Salze.
- III.[1] Hydrolyte.
- III.[2] Carbonate.
- III.[3] Sulfate.

IV. Fluoride.

V. Siliciolithe.
- Va. Quarze.
- Vb. Silicate.
  - Vb.[1] Edelkiesel.
  - Vb.[2] Feldspathe nebst den Hyalolythen.
  - Vb.[3] Leucite.
  - Vb.[4] Zeolithe.
  - Vb.[5] Amphibolite.
  - Vb.[6] Phyllite (Glimmer).
  - Vb.[7] Magnesite (Serpentine).

I. Erze.

§. 48. **Erze sind im Allgemeinen Mineralien, deren umwandelbare Hauptbestandtheile Schwermetalle sind.**

1) Alle sind dadurch charakterisirt, dass sie vor dem Löthrohre in der inneren Flamme auf Kohle theils für sich allein, theils mit Soda behandelt ein reines oder auch oxydirtes Schwermetallkorn hinterlassen, in der äusseren Flamme (Oxydflamme) aber entweder die Kohle mit weissem, gelbem, rothem oder braunem Beschlag überziehen oder sich selbst mit einer grauen oder rothbraunen Oxydrinde bedecken oder ganz unverändert bleiben und höchstens schmelzen.

2) Die mit metallischem Habitus (Farbe und Glanz) versehenen Arten derselben lassen sich in Salpetersäure oder in Königswasser in der Regel unter Entwickelung gelber Dämpfe (von salpetriger Säure) ganz oder unter Abscheidung eines weissen oder gelben Pulvers lösen; die

nicht metallisch aussehenden Arten derselben aber werden durch Salpetersäure meist ohne Entwickelung gelber Dämpfe, aber auch meist durch Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure gelöst oder doch zersetzt. Ist aber Blei, Quecksilber oder Silber ihr Hauptbestandtheil, so werden sie durch Chlorwasserstoffsäure in weisse, unlösliche Chloride umgewandelt; und besitzen sie ein Superoxyd, so entwickeln sie beim Erwärmen mit dieser letztgenannten Säure Chlor. — In ihren Lösungen bilden sie theils mit Schwefelwasserstoff, theils mit Schwefelwasserstoffammoniak einen Niederschlag von Schwefelmetall und zwar so, dass

a. Eisen, Chrom, Mangan, Kobalt, Nickel, Zink, Uran nur in ammoniakalisch gemachten, aber nicht in sauren Lösungen;
b. Zinn, Antimon, Tellur, Arsen nur in angesäuerten, aber nicht in ammoniakalischen Lösungen;
c. Blei, Wismut, Quecksilber, Silber, Gold und Platin sowohl in angesäuerten, wie in alkalischen Lösungen

einen Niederschlag von Schwefelmetall geben. In der von diesem Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit darf aber dann weder kohlensaures Ammoniak, noch phosphorsaures Natron einen Niederschlag — höchstens nur einen schwachen — erzeugen.

3) In reinem Wasser sind die meisten Chloride, so des Eisens, Mangans, Kupfers etc. — und, mit Ausnahme des Blei-, Quecksilber-, Silber- und Wismutvitriols, fast alle Sulfate, so namentlich Eisen-, Zink- und Kupfervitriol, löslich. Die für die Felsartenkunde bedeutsameren Sulfate werden deshalb in der weiter hinten folgenden speziellen Beschreibung unter den in Wasser löslichen Salzen aufgeführt.

4) In kohlensaurem Wasser dagegen lösen sich mehr oder minder leicht die Arseniate, Phosphate und Carbonate der Schwermetalloxyde. Unter allen diesen haben aber nur die Carbonate für unseren Zweck eine Bedeutung; sie werden daher später bei der Beschreibung der Carbonate weiter erwähnt weruen.

§. 49. Je nach den weiteren Verbindungen der als Hauptbestandtheile eines Erzes auftretenden Schwermetalle, — welche wir als die Grundlagen oder Basen aller Erze Erzmetalle oder Erzbasen nennen wollen —, mit umwandelnden Stoffen, — welche wir Vererzungsmittel nennen wollen —, zerfallen diese Erze in folgende Gruppen und Sippen:

I. **Einfache Metalle**: Goldgelb oder kupferroth; silber- oder zinnweiss; stahl- oder bleigrau; metallischer Glanz, welcher beim Ritzen noch stärker hervortritt. Milde und hämmerbar oder spröde. Fest oder flüssig. Spez. Gewicht = wenigstens 5,1 — 20. — Mit Ausnahme des ganz unlöslichen Iridiums alle entweder in Salpetersäure oder in Königswasser unter Entwickelung gelber Dämpfe löslich. In ihren Lösungen nur auf eine einzige Metallart reagirend.

1. Sippe: Erzmetalle oder positiv electrische Metalle: Spez. Gewicht wenigstens 7.8. — Sowohl in ihren sauren, als in ihren alkalisch gemachten Lösungen entsteht durch Schwefelwasserstoff ein dunkelbrauner oder schwarzer Niederschlag. Vor dem Löthrohre auf der Kohle entweder gar nicht veränderlich oder sich nur mit einer Oxydrinde beschlagend, oder schmelzend und die Kohle mit — nie weissem — Oxyd beschlagend; oder endlich sich unverändert verflüchtigend.

(Hierher: Irdium, Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Blei, Kupfer, Eisen.)

2. Sippe: Halbmetalle oder negativ electrische Metalle: Spez. Gewicht höchstens 6,7. — Nur in ihren sauren Lösungen entsteht durch Schwefelwasserstoff ein gelber bis brauner, in Schwefelammonium wieder löslicher Niederschlag. Meist nur in Königswasser löslich. — Vor dem Löthrohr auf der Kohle einen meist weissen Beschlag gebend und bei vollkommener Reinheit ganz verdampfend. Nur Wismut beschlägt die Kohle gelb und löst sich in Salpetersäure.

(Hierher: Arsen, Antimon, Tellur, Wismut.)

II. Metalllegirungen: Verbindungen von Erzmetallen mit Erzmetallen oder mit Halbmetallen. Alle mit rein metallischem Habitus. — Mit Ausnahme des Amalgams und der Telluride ist keins in Salpetersäure allein löslich; in Königswasser sind sie aber auch nur dann vollständig löslich, wenn sie kein Silber, Osmium und Iridium enthalten. V. d. L. entweder unveränderlich oder theilweise schmelzend oder sich verflüchtigend oder auch einen, bisweilen hässlich riechenden, Dampf ausstossend.

1. Sippe: Erzmetalllegirungen: Verbindungen von Erzmetallen mit Erzmetallen. — Spez. Gew. = 14—21.

(Hierher: Die Amalgame, das Eisenplatin, Palladiumgold und Silbergold.)

2. Sippe: Halbmetalllegirungen: Verbindungen von Erzmetallen mit Halbmetallen, namentlich mit Bismut, Tellur, Antimon oder Arsen. V. d. Löthrohr auf der Kohle verdampfend, oft mit hässlichem Geruch, und die Kohle dabei gelb oder weiss beschlagend. Je nach der Art des umwandelnden Halbmetalles sind zu unterscheiden:

a) Bismutide: Verbindungen von Gold oder Silber mit Wismut. — Die Kohle gelb beschlagend.

b) Telluride: Verbindungen von Gold, Silber und Blei mit Tellur. Im Kölbchen erhitzt tellurige Säure absetzend; auf der Kohle stark dampfend und einen grauen Beschlag gebend.

c) Antimonide: Verbindungen von Silber oder Nickel mit

Antimon. V. d. L. auf der Kohle stark, aber geruchlos dampfend und einen weissen, leicht zu verflüchtigenden Beschlag bildend.

d) Arsenide: Verbindungen von Eisen, Nickel, Kobalt mit Arsen. V. d. L. auf der Kohle stark und unter Entwickelung eines hässlichen, knoblauchartigen Geruches dampfend und dabei die Kohle mit weissem, flüchtigem Beschlag bedeckend.

(Hierher: Arseneisen, Roth- und Weissnickelkies, Speiskobalt.)

III. Metalloidmetalle: Verbindungen der einfachen Metalle mit Schwefel, Selen, Sauerstoff, Chlor, Jod und Brom. = Mit oder ohne metallischem Habitus.

1. Sippe: Sulfuride: Verbindungen des Schwefels mit Erz- oder mit Halbmetallen oder mit beiden zugleich, so dass die letztgenannten Verbindungen aus einem Schwefelerzmetalle und einem Schwefelhalbmetalle bestehen und diejenigen Erze bilden, welche man Sulfosalze nennt. = Mit oder ohne metallischem Habitus. Vor dem Löthrohre oder in einer Glasröhre erhitzt schwefelige Säure entwickelnd; in einem Glaskölbchen erhitzt entweder pulverigen Schwefel oder rothes und gelbes Schwefelarsen absetzend. — In Salpetersäure oder in Königswasser unter Abscheidung von Schwefel, bisweilen unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, löslich. — Sie zerfallen je nach ihrer Zusammensetzung in folgende Untersippen:

a) Reine Sulfuride: Verbindungen des Schwefels mit Erzmetallen. — Vor dem Löthrohr auf Kohle wie im Glaskölbchen nur Schwefel ausstossend. Meist in Salpetersäure (oder auch in Königswasser) unter Ausscheidung von flockigem oder pulverigem Schwefel löslich. Zu ihnen gehören:

α) Die Schwefelglanze (Galenoïde): Vorherrschend blei- oder stahlgrau, selten silberweiss; stark metallisch glänzend; milde; geschmeidig; Härte = 2 — 4. —
Z. B. Bleiglanz, Antimonglanz, Kupferglanz, Silberglanz.

β) Die Schwefelkiese (Pyritoïde): Vorherrschend messing- oder speisgelb, kupferroth, silberweiss, broncefarbig; metallisch glänzend; spröde, selten milde. Härte = 5 — 7.
Z. B. Eisenkies, Kupferkies, Zinnkies.

γ) Die Blenden (Cinnabaride): Ohne oder mit halbmetallischem Ansehen; brennend roth, gelb, braun bis schwarz; stark diamant- oder perlmutterglänzend. Härte = 2 — 4; milde.
Z. B. Zinnober, Zinkblende, Antimonblende, Kupferindig.

b) Antimonsulfuride: Verbindungen von Schwefelantim und Schwefelerzmetallen. — V. d. L. auf der Kohle erhi schwefelige Säure und weissen geruchlosen Beschlag bilden in der Glasröhre erhitzt schwefelige Säure und weissen B schlag; im Kölbchen aber graues oder braunes Sublim gebend. — Mit Kalilauge gekocht meist orangefarbig Schwefelantimon bildend.

Z. B. Weiss- und Rothgültigerz; Antimonglanz; Antimo blende; Kupferantimonfahlerz.

c) Arsensulfuride: Verbindungen von Schwefelarsen u Schwefelmetallen: V. d. L. auf der Kohle schwefelige Säu und stinkenden Arsendampf nebst weissem, flüchtigem B schlag; in der Glasröhre meist ein Sublimat bildend, welch von oben nach unten gelb, roth und schwarz ist; mit Ka lauge gekocht meist gelbes Schwefelarsen oder ein schwarz Pulver absetzend.

Z. B. Arsensilberblende, Kupferarsenfahlerz.

d) Wismutsulfuride: Verbindungen von Schwefelwism und Schwefelerzmetallen.

Z. B. Kupferwismutglanz, Nadelerz u. Nickelwismutglan

e) Arsen-Antimonsulfuride: Verbindungen von Schwefe arsen, Schwefelantimon und Schwefelerzmetallen.

2. Sippe: Selenide: Verbindungen des Selens mit Erzmetallen. M metallischem Habitus. — V. d. L. erhitzt einen nach faule Rettig riechenden Dampf ausstossend; im Kölbchen einen roth bis fahlgrauen Beschlag gebend. In Salpetersäure löslich un Entwickelung von seleniger Säure, welche durch Zink r niedergeschlagen wird.

(Hierher: Selenblei, Selenkupfer, Selensilber, Selenmercur.)

3. Sippe: Oxyde: Verbindungen des Sauerstoffs mit reinen Metall Mit oder ohne metallischem Habitus und von verschiede Farbe. Vor dem Löthrohr mit Borax oder Phosphorsalz v schieden gefärbte Gläser bildend; mit Soda auf der Kohle der inneren Flamme erhitzt meist reducirbar, bisweilen a auch sich nur in ein niederes Oxyd verwandelnd. Die meis durch Salzsäure veränderlich oder löslich und dabei biswei Chlor entwickelnd (Superoxyde); einige aber auch ganz unlösl in Säuren. Sie zerfallen nach ihrem Wassergehalte in:

a) Wasserfreie Oxyde, welche im Glaskölbchen erhitzt ke Wasser ausschwitzen: z. B. Eisenglanz, Magneteisene Chromeisenerz, Titaneisenerz, Nickeloxyd, Rothkupfere Pyrolusit, Braunit, Bleiglätte, Zinnstein etc.

b) Wasserhaltige Oxyde, welche im Glaskölbchen erhitzt Wasser ausschwitzen: z. B. Brauneisenstein, Manganit, Psilomelan, Kupferschwärze, Wad.

. Sippe: Metallhaloïde: Verbindungen des Chlors, Jods oder Broms mit Blei, Silber oder Quecksilber. Ohne metallischen Habitus; meist gelblich oder grau. Vor dem Löthrohr auf Kohle die Flamme blau bis grün färbend, wenn man sie in einer mit Kupferoxyd gesättigten Phosphorsalzperle in der inneren Flamme erhitzt.

(Hierher: Mendipit; Silber- und Quecksilberhornerz etc.)

V. **Metallohalite**: Verbindungen der Metalloxyde mit Metallsäuren (Niob-, Scheel-, Tantal-, Vanadin-, Molybdän-, Chrom-, Titan- oder Arsensäure). — Mit halbem oder ohne metallischem Habitus. — Meist in Salz- oder Salpetersäure und dann oft unter Bildung eines gelben Niederschlags löslich. — Vor dem Löthrohr oft Arsendampf entwickelnd und die äussere Flamme gelbgrün oder auch hellblau färbend. Gegen Flussmittel verschieden, oft eine blaue oder grüne Farbe gebend.

1. Sippe: Schwermetallohalite: Verbindungen der Metalloxyde mit Schwermetallsäuren. Meist gelb, grün oder roth, seltener bräunlich schwarz und dann mit halbmetallischem Glanze. Meist in Salpeter- oder Salzsäure unter Bildung eines gelben Niederschlags löslich. Der Niederschlag giebt mit Phosphorsalz erhitzt eine blaue oder grüne Perle. Vor dem Löthrohr mit Kobaltsolution erhitzt meist rosenroth, blau oder grün werdend.

(Hierher z. B. Tantalit, Titaneisen, Scheelbleierz, Wolfram, Vanadinit, Gelbbleierz, Chrombleierz etc.)

2. Sippe: Arsenohalite; Verbindungen der Metalloxyde mit Arsensäure (auch wohl mit Antimonsäure). Meist ohne metallischen Habitus. In Salpetersäure oder in Ammoniak löslich. — Vor dem Löthrohr in der Spitze der inneren Flamme erhitzt dieselbe intensiv hellblau färbend. Auf der Kohle Arsendampf gebend. Im Kölbchen mit Cyankalium oder einem Kohlensplitter erhitzt einen schwarzen Spiegel bildend.

(Hierher z. B. Kobalt- und Nickelblüthe, Arsenosiderit, Olivenit, Euchroit, Kupferglimmer etc.)

V. **Metallspathe**: Verbindung der Metalloxyde mit nichtmetallischen Säuren (Phosphor-, Schwefel- und Kohlensäure). Stets ohne metallischen Habitus. In Salz- oder Salpetersäure meist und oft unter Aufbrausen löslich; einige erst nach dem Glühen mit Soda und Kohle. — In ihren Lösungen erzeugt Barytwasser stets einen weissen Niederschlag. — Je nach der in ihnen herrschenden Säure zerfallen sie in drei Sippen:

1. Sippe: Phosphate: Verbindungen der Metalloxyde mit Phosphorsäure

Alle in reinem Wasser unlöslich, aber in kohlensaurem Wasser löslich, ohne zersetzt zu werden: in Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure dagegen zersetzbar und oft auch zugleich löslich. Molybdänsaures Ammon (und ebenso auch Silberlösung) erzeugt in ihren Lösungen einen gelben Niederschlag. — Vor dem Löthrohr auf Kohle färbt ihr mit Schwefelsäure angefeuchtetes Pulver die äussere Flamme blaugrün.

(Hierher z. B. Vivianit, Phosphorcalcit, Libethenit, Pyromorphit etc.)

2. Sippe: Sulfate: Verbindungen der Metalloxyde mit Schwefelsäure. Einige in reinem Wasser löslich; andere müssen erst durch Glühen mit Soda und Kohle in Schwefelmetalle umgewandelt werden, ehe sie sich in Salpetersäure lösen. — Barytwasser erzeugt in ihren Lösungen einen weissen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag.

a) Im Wasser lösliche Sulfate: Eisen-, Kupfer-, Zinkvitriol. (Sie allein werden später noch weiter bei den in Wasser löslichen Salzen beschrieben werden).

b) Im Wasser unlösliche Sulfate: Bleisulfat.

3. Sippe: Carbonate: Verbindungen der Metalloxyde mit Kohlensäure. In kohlensaurem Wasser mehr oder weniger leicht löslich. In Salpetersäure unter starkem Aufbrausen zersetzbar und löslich. Vor dem Löthrohre durch Erhitzen in reine Oxyde sich umwandelnd.

(Hierher z. B. Bleispath, Malachit, Kupferlasur, Zinkspath, Mangan-, Eisen- und Mesitinspath. Mit Ausnahme des Bleispathes sind alle geologisch wichtig und werden darum noch weiter bei den Carbonaten beschrieben werden.)

VI. Metallsilicate: Verbindungen der Metalloxyde mit Kieselsäure. Ohne metallischen Habitus. — Mit Ausnahme sehr weniger (z. B. Stilpnomelan und Hypochlorit) in Salpetersäure unter Abscheidung gelatinöser oder schleimiger Kieselsäure zersetzbar und löslich. — Mit Phosphorsalz vor dem Löthrohre geschmolzen eine Glasperle gebend, in welcher ein Kieselskelett von der Form der angewandten Erzprobe umherschwimmt.

(Hierher z. B. Kupfergrün, Kupferblau, Bohnerz, Dioptas, Galmei, Zinksilicat, Eisensilicat, Kieselmangan.)

§. 50. **Associationskreise der Erze.** — Obgleich die bei weitem meisten Arten der im vorigen §. angegebenen Erzgruppen für die Zusammensetzung der Erdrindemassen — wenigstens scheinbar — von sehr geringer Bedeutung sind, so möge es doch gestattet sein, hier diejenigen ihrer verwandtschaftlichen Associationskreise anzuführen, welche aus der Umwandlung der einzelnen Erzarten hervorgehen, da man gerade an ihnen die Bildungs- und Umwandlungsweise der einzelnen Mineralien leichter

übersehen und beobachten kann, als an den nicht metallischen Mineralien. — Dies vorausgesetzt, lassen sich nun die wichtigeren Erzarten, — abgesehen von den nur sehr vereinzelt auftretenden Associationen des Platins, Quecksilbers und Goldes, dessen eigenthümliche Beziehungen zu Quarz, Hornblende, Zirkon, Magneteisenerz, Titaneisenerz und Eisenglanz bei der Beschreibung der Hornblende später noch weiter besprochen werden sollen, — je nach der, in ihnen an Menge vorherrschenden Metallart in folgende verwandtschaftliche und durch Umwandlung eines Sammelerzes hervorgehende Associationskreise einreihen.

I. Kreis: Associationskreis der Silbererze.

Erze, welche wenigstens 30 pCt. Silber enthalten. — Ihre Umwandler sind Schwefel (S), Antimon (Sb), Arsen (As), Wismut (Bi), Tellur (Te), Selen (Se) und Chlor (Cl.) Lässt man die seltneren Tellur-, Selen- und Chlorsilbererze ausser Acht, so erscheint für die übrigen hierher gehörigen Silbererze, als:

Sammelerz: das Silberfahlerz;

denn in ihm ist alles Bildungsmaterial für die übrigen Silbererze vorhanden. Hiervon ausgehend, ergeben sich folgende Associationsreihen:

Silberfahlerz (Weissgültigerz).
$[Ag + Cu + Fe (+ Pb) + Sb$ (oder statt dessen $As) + S]$.
Aus seiner Zertheilung entspringen:

Antimonsilberblende. $[Ag^3 Sb]$	**Arsensilberblende.** $[Ag^3 As]$	**Xanthokon.** $[Ag As]$	**Sprödglaserz.** $[Ag^5 Sb]$	**Polybasit.** $[AgCu]^9$ $[Sb As]$	**Sternbergit.** $[Ag, Fe, S]$	**Kupfersilberglanz.** $[Ag + Cu]$

Antimonsilberblende — Aus seiner Zertheilung entspringen: **Antimonglanz.** **Antimonsilber.**

Arsensilberblende, Xanthokon — Aus ihrer Zertheilung entspringen: **Silberglanz.** **Arsenblende.**

Sprödglaserz, Polybasit — Aus ihrer Zertheilung entspringen: **Silberglanz.** **Antimonglanz u. Arsenblende.** **Kupferglanz, Kupferkies u. Eisenkies.**

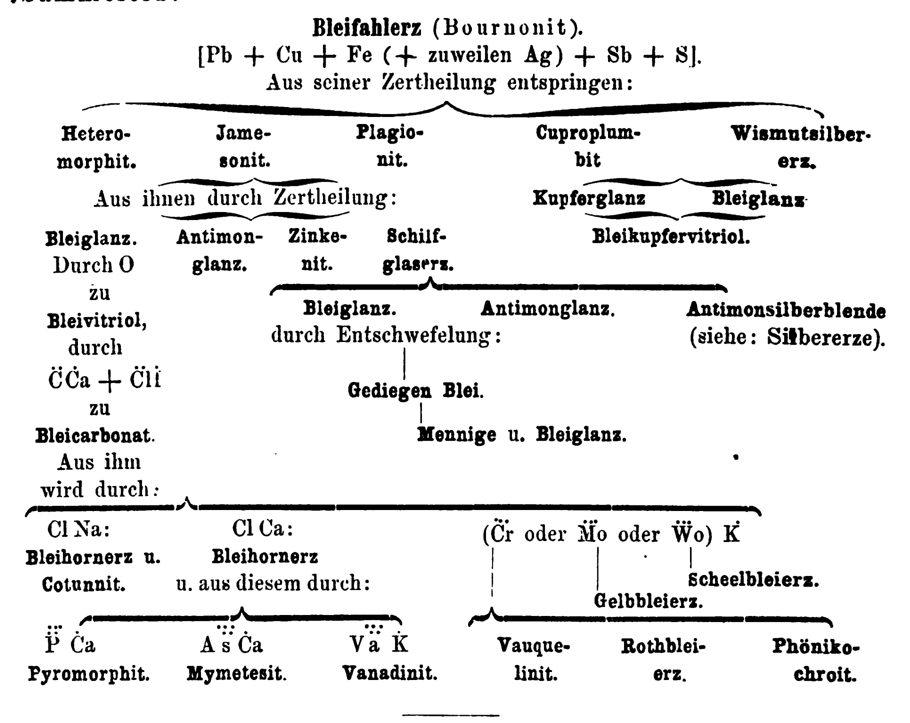
Silberglanz — Aus Silber durch Entschwefelung: **Gediegen Silber.**

Kupferkies u. Eisenkies — durch O u. ČCa entstehen: **Malachit** und **Lasur.** **Eisenspath** u. **Eisenocker.**

Kupfersilberglanz — Ausseiner Zertheilung entspringen: **Silberglanz.** **Kupferglanz.** — durch Entschwefelung: **Silber.** **Kupfer.**

II. Kreis: Associationskreis der Bleierze.

Erze, welche wenigstens 30 pCt. Blei (Pb) enthalten. Ihre Umwandler sind S, Sb, As, Bi, Te, Se, Cl, O und ausserdem viele Säuren. Bei Nichtbeachtung der seltneren Tellur- und Selenbleierze erscheint für sie als Sammelerz:



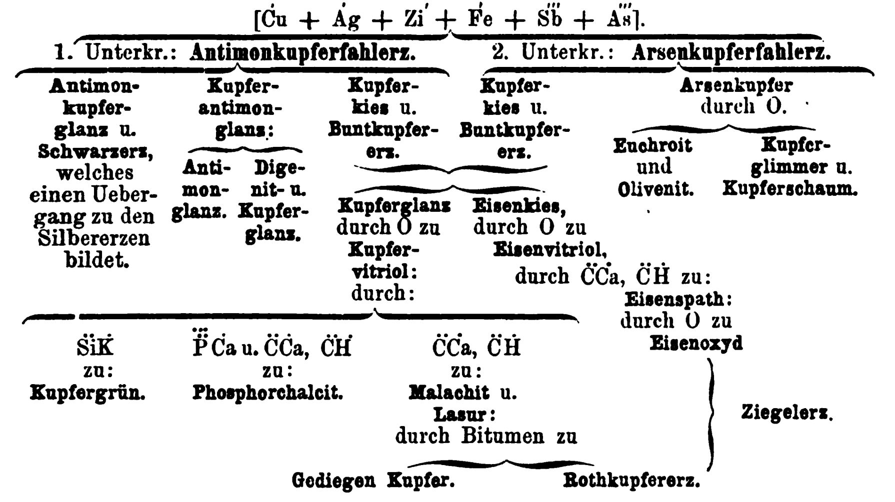
III. Kreis: Associationskreis der Kupfererze.

Erze, welche wenigstens 30 pCt. Kupfer (Cu) enthalten. Ihre Umwandler sind, wie bei den Bleierzen, S, Sb, As, Bi, Te, Se Cl und O und ausserdem namentlich

$$\ddot{C},\ \ddot{S},\ \dddot{P} \text{ und } \ddot{Si}.$$

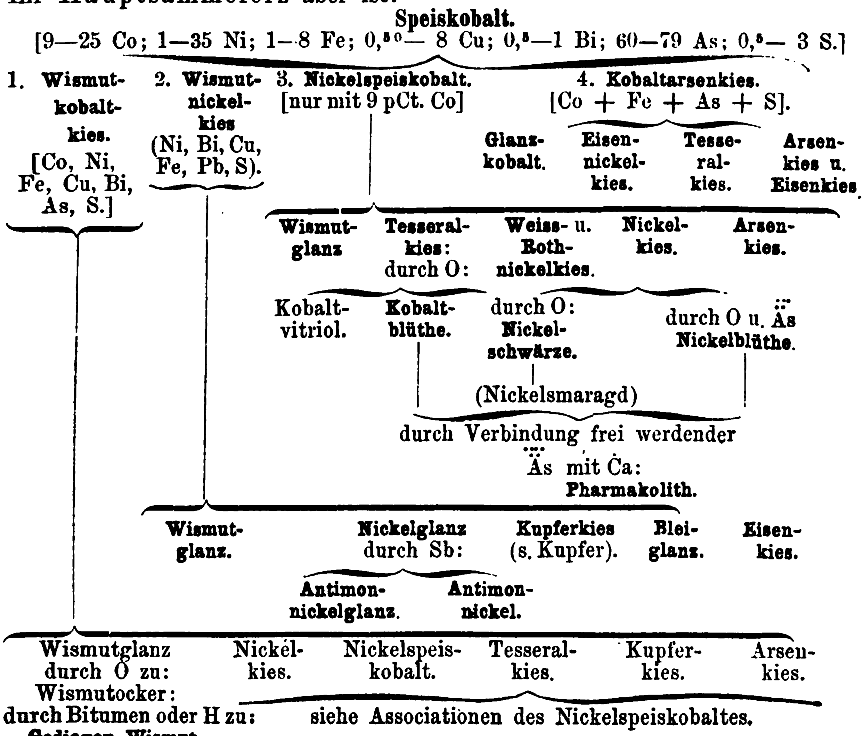
Ihr Sammelerz aber ist:

Kupferfahlerz.



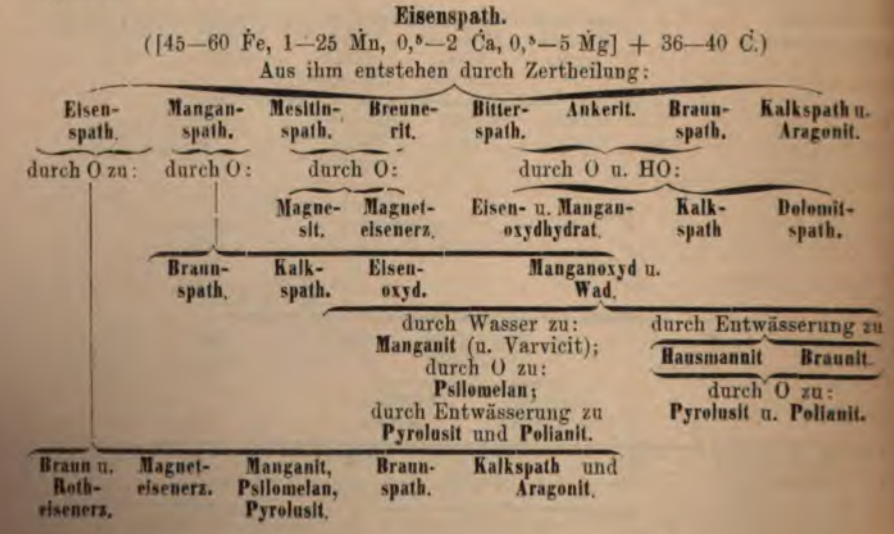
IV. Kreis: Associationskreis der Kobalt-Nickelerze.

Erze, welche wenigstens 9—25 pCt. Kobalt (Co) und 1—35 pCt. Nickel (Ni) enthalten. Ihre Umwandler sind As, Bi, S, O und As oder S. Ihr **Hauptsammelerz** aber ist:



V. Kreis: Associationskreis der Mangan-Eisenerze.

Die Eisen- und Manganerze sind wohl ursprünglich lauter Zersetzungsproducte von multiplen Silicaten, welche Eisenoxydul, Eisenoxyd und Manganoxydul oder Manganoxyd enthalten, so namentlich von Hornblenden, Hypersthenen, Granaten und Augiten, wenige von Glimmerarten. Daher zeigen sich ihre ursprünglichen Lagerstätten stets in der nächsten Umgebung — auf Gängen, Adern und Lagern — von Felsarten, welche reich an einer der genannten Mineralarten sind; daher zeigen sich aber auch diese Erze selbst, so vorzüglich das Magneteisenerz, Titaneisenerz und der Eisenspath, nicht blos auf ihren ursprünglichen Lagerstätten, sondern auch im Gemenge krystallinischer Felsarten stets in Association entweder mit ihren Muttermineralien, so namentlich mit Augit, Hornblende und Granat, oder mit den Umwandlungsproducten dieser letztern, so namentlich mit Magnesiaglimmer (dessen Stellvertreter sogar der Eisenglanz im Eisenglimmerschiefer ist), Chlorit, Serpentin, Kalk-, Bitter-, Schwerspath und Quarz. Man kann sie deshalb entweder mit in den Associationskreis der genannten Mineralien als einen besondern Unterkreis ziehen oder auch in einem für sich bestehenden Associationskreise zusammenstellen, dessen Sammelerz dann ein aus der Zersetzung jener Silicate hervorgegangenes Carbonat ist, welches zugleich alle Bildungsstoffe für die hier in Rede stehenden Mineralarten enthält. Zu einem solchen Sammelerze möchte sich nun am besten eignen der Eisenspath; denn derselbe enthält alle Elemente zur Bildung nicht blos aller Eisen- und Manganerze, sondern auch ihrer gewöhnlichsten Begleiter, des Kalk-, Braun-, Bitterspathes und Ankerites. Aus ihm liesse sich dann folgender Associationskreis ableiten:



Bemerkungen. 1) In den vorstehenden Erzassociationskreisen sind blos die unmittelbar aus dem Sammelerze oder einem seiner Theilerze ableitbaren Erzassociationen angegeben worden und zwar so, dass unmittelbar unter dem Sammelerze zuerst die Reihe seiner Abarten oder der aus seiner Zertheilung hervorgehenden nächsten Verwandten; dann unter diesen die Reihen der Verwandten von den nächsten Theilungsverwandten oder auch von deren Oxydationsproducten; endlich unter diesen letztern die Salzbildungen der Oxyde oder auch im entgegengesetzten Falle ihre Desoxydationen folgen. Es sind übrigens diese Ableitungen und Zergliederungen sämmtlich aus der Natur entlehnt und demnach die durch eine Verbindungsklammer mit einander verbundenen Erzassociationen bestimmte Thatsachen, wie sie an einzelnen Orten, so namentlich am Harze, Erzgebirge, Schwarzwalde, Thüringerwalde, Riechelsdorfer Gebirge, in Scandinavien, am Ural u. s. w. beobachtet worden sind.

2) Kommen in einer und derselben Localität (Lagerstätte) zwei oder mehrere dieser Associationskreise vor, dann treten in der Regel zwischen den verschiedenen Kreisen noch Erzarten auf, welche durch ihre chemischen Bestandtheile sich sowohl zu dem einen wie zu dem anderen dieser Kreise hinneigen und auf diese Weise Vermittlungsglieder zwischen denselben bilden. Auf diese Weise erscheint z. B.

zwischen den Silber- und Bleierzassociationen das Wismutsilber- und Schilfglaserz,

zwischen den Silber- und Kupfererzen das Schwarzerz und der Antimonkupferglanz,

zwischen den Kupfer- und Kobalterzen der Wismutkobaltkies, und

zwischen den Kupfer-, Blei- und Kobalt-Nickelerzen der Wismutnickelkies als ein Uebergangs- oder Vermittlungsglied.

Nächst den unmittelbaren oder verwandtschaftlichen Associationsgenossen besitzt nun aber auch jedes Erz noch mehrere nicht metallische, ihm scheinbar oder auch wirklich fremde, Gesellschafter. Zu diesen gehören im Allgemeinen namentlich die Abarten des Quarzes, der Schwer- und Flussspath, die Carbonate der alkalischen Erden, so vorzüglich Kalk-, Bitter- und Braunspath, und der Chlorit — lauter Mineralien, welche hauptsächlich aus der Zersetzung von Silicaten, hauptsächlich des Orthoklases, Oligoklases, Glimmers, Granates und der Hornblende-Arten entstehen. Da man nun andererseits viele der oben angegebenen Erzarten in Felsarten eingewachsen findet, welche die eben genannten Silicate als Gemengtheile enthalten, so kommt man von selbst zu der Vermuthung, dass diese Erzarten selbst eben so gut, wie ihre nichtmetallischen Begleiter ehemals chemische Bestandtheile der genannten Silicate gewesen und aus deren Zersetzung hervorgegangen sind, wie ich auch schon früher im §. 36 angedeutet habe. — Auf diese Weise würden also die Orthoklas oder Oligoklas, Glimmer, Granat oder Hornblende haltigen gemengten krystallinischen Felsarten die Bildungsmineralien und die zwischen ihren Massen vorhandenen Spalten, Risse und Höhlungen die primären Geburtsstätten oder Ablagerungen der obengenannten Erzarten sein. — Findet man sie nun aber demungeachtet auch in der

Masse anderer Gesteine, deren Gemengtheile weder sie noch ihre nichtmetallischen Begleiter erzeugt haben können, so namentlich in klastischen Gesteinen, z. B. in Sandsteinen, Conglomeraten, Mergeln und Schieferthonen, so ist wohl in den meisten Fällen anzunehmen, dass sie zunächst im aufgelösten Zustande und zu einer Zeit in die Masse der letztgenannten Gesteinsarten gelangt, als diese noch schlammig war, und dann in dieser durch gewisse Bestandtheile derselben, so namentlich durch sauerstoffgierige, faulige Organismenreste oder durch gelösten kohlensauren Kalk, in unlösliche Erze umgewandelt worden sind. Dies möchte, wie bei der Beschreibung der Schwefelkupfererze, Schwefeleisenarten und des Bleiglanzes noch näher gezeigt werden soll, namentlich der Fall sein, wenn Lösungen von schwefelsauren Metalloxyden oder auch von Carbonaten der Schwermetalle auf dem Grunde von Gewässern mit einem ganz von fauligen oder verkohlenden Organismenreste durchzogenen Mineralschlamm in innige Berührung treten und von diesem letzteren eingesogen werden. In solchen Fällen würden sich dann die Erze auf einer secundären Lagerstätte befinden.

Bemerkung. Nach der eben angegebenen Theorie müssen sich also die Schwefelerze vorherrschend in bituminösen Gesteinen auf ihrer secundären Lagerstätte befinden. Wenn man sie nun aber in ganz bitumenlosen Sandsteinen findet, wie dann? — Nach meinem Dafürhalten ist dieses Vorkommen grade dadurch zu erklären, dass eben durch die schwefelsauren Metalloxyde die bituminösen Bestandtheile dieser Sandsteine soviel Sauerstoff erhielten, dass sie sich ganz in Kohlensäure umwandeln und vollständig verflüchtigen konnten. Bei der Beschreibung der Kupfererze und Limonite werde ich dies weiter erklären und namentlich darauf aufmerksam machen, wie z. B. das Grauliegende der Zechsteinformation durch die Kupfererze zum Weissliegenden geworden ist und woher es kommt, dass grade dieses Letztere die meisten Kupfererze enthält, während das eigentliche Grauliegende um so weniger von diesen Erzen besitzt, je dunkler grau es gefärbt ist.

Soviel im Allgemeinen über die Erze. Im Besonderen sind aus der grossen Zahl ihrer Arten aber hier nur diejenigen noch näher ins Auge zu fassen, welche an dem Aufbau der Erdrinde einen bedeutsamen Antheil nehmen, sei es nun, dass sie als Bestandtheile von Felsarten auftreten, oder dass sie durch ihre Umwandlungen bemerkliche Veränderungen in der Natur dieser letzteren hervorbringen. Zu diesen geologisch bedeutsamen Erzen möchten nun namentlich die folgenden gehören:

1) die Oxyde des Eisens;
2) die Schwefelerze des Bleies, Kupfers und Eisens;
3) die Sulfate und Carbonate des Kupfers und Eisens, von denen aber die ersteren bei der Beschreibung der im Wasser löslichen Salze betrachtet werden, während die zweiten den Carbonaten der alkalischen Erden beigeordnet worden sind.

Unter diesen Erzarten bilden die Schwefelerze das Material, aus wel-

en die Natur zunächst freie Schwefelsäure und Sulfate und dann durch e Einwirkung dieser auf die Lösungen von Carbonaten, Phosphaten und ilicaten der Alkalien und alkalischen Erden einerseits Eisenspath und isenoxyd, Malachit, Kupferlasur, Bleispath etc. und andererseits Gyps, chwerspathe etc. schafft.

Nähere Beschreibung der geologisch wichtigen Erzarten.

§. 51. Die Arten des Schwefeleisens.

a. Im Allgemeinen. Das Eisen kommt mit Schwefel verbunden n den Erdrindemassen entweder als Eisenbisulfuret (FeS^2) oder als ine Verbindung von Eisensulfuret mit Eisensesquisulfuret vor. Die erste ieser beiden Verbindungsarten stellt den Pyrit und Markasit, die zweite ber den Magnetkies dar. Diese drei Arten sind durch folgende Merkmale charakterisirt:

Speisgelb bald ins Goldgelbe, bald ins Grauliche oder Grünliche, bald ins Kupferrothe oder Tombackbraune spielend; auf frischen Flächen starker Metallganz; an der Oberfläche aber matt und braun oder auch bunt angelaufen. Spröde. Vor dem Löthrohre unter Ausscheidung von schwefeliger Säure mehr oder weniger leicht zu einem schwarzgrauen magnetischen Korne schmelzend; in dem Glasrohre erhitzt schwefelige Säure und auch wohl Schwefel ausscheidend.

b. Unterscheidung und Beschreibung der Arten: Im Uebrigen ber sind diese drei Arten in folgender Weise leicht von einander zu nterscheiden:

a. Härte = 6—7; am Stahle funkend. Nicht in Salzsäure, wohl aber in Salpetersäure unter Auscheidung von Schwefel löslich. Im Kolben Schwefel sublimirend: Nicht magnetisch. — Chem. Gehalt = FeS^2.
   1) Spec. Gewicht = 5—5,2. Speisgelb, bisweilen ins Goldgelbe ziehend, äusserlich oft braun angelaufen, im Ritze bräunlich schwarz. — Tesserale Krystalle: Pyrit.
   2) Spec. Gewicht = 4,6—4,9. Graulich oder grünlich speisgelb; im Ritze dunkelgrünlichgrau; an feuchter Luft sich mit einem schimmelig aussehenden, tintenartig schmeckenden Ueberzug bedeckend. — Rhombische Krystalle: . . . . Markasit.

b. Härte = 3,5—4,5; nicht funkend. Spec. Gewicht = 4,5—4,6. Unrein röthlich speisgelb, stahltombackbraun; im Ritze graulichschwarz. Magnetisch. Nicht in Salpetersäure, wohl aber in Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff löslich. Im Kolben unveränderlich. — Hexagonale Tafeln: . . . . Magnetkies.

1) **Pyrit** (Schwefelkies, Eisenkies, Fer sulfuré, Iron Pyrites): Würfel, Octaëder, Pentagondodekaëder und andere tesserale Formen; häufig in Zwillingen, namentlich Durchkreuzungszwillingen. Die Krystalle sind entweder einzeln ein- oder aufgewachsen, oder zu Drusen, Gruppen und körnigen Aggregaten verwachsen. Ausserdem aber auch dichte, derbe, kugelige, traubige oder knollige Massen; ferner fein eingesprengt in der Masse anderer Gesteine: endlich auch das Versteinerungsmittel von Conchylien, namentlich von Ammoniten und Schnecken, ja selbst von Holz bildend. Meist unvollkommen spaltbar in der Richtung von Würfelflächen; der Bruch muschelig bis uneben; spröde. Härte = 6—6,5; am Stahle starkfunkend; spec. Gew. = 5—5,2. Speisgelb, bisweilen ins Goldgelbe ziehend, an der Luft bunt anlaufend und sich zuletzt mit einer dichten, glatten, braunen Rinde überziehend, welche dann ihn gegen weitere Verwitterung schützt. Im Ritze braunschwarz. — Im Glaskolben erhitzt Schwefel ausscheidend und sich dann wie Magnetkies verhaltend; in dem Glasrohre aber Schwefel und schwefelige Säure ausstossend. — Durch Salpetersäure oder Königswasser leicht und vollständig löslich unter Abscheidung von Schwefel; durch Salzsäure allein aber nur wenig angreifbar. — In seinen Lösungen erzeugt Phosphoräther oft eine violette Zone, welche auf das Dasein von Gold deutet.

Chemischer Gehalt: $\dot{F}e$ = FeS^2, also:
2 Atom Schwefel = 53,33,
1 Atom Eisen = 46,67, wozu sehr häufig etwas Gold kommt.

Interessante Fundorte: Gera, Freiberg, Traversella in Piemont, Tavistock in Devonshire, namentlich aber Rio auf Elba, wo man prächtige Pentagondodekaëder, zum Theil in Eisenoxyd umgewandelt, findet.

2) **Markasit** (Strahl-, Kamm-, Speer-, Leber-, Wasserkies (Fer sulfuré blanc, white Iron pyrites): Rhombische Krystalle, namentlich säulen- bis faserartige, welche häufig concentrisch-strahlig mit einander verbunden sind und so kugelige, trauben- oder knollenförmige Aggregate mit strahlig faserigem Gefüge (sogenannter Strahlkies) darstellen; ausserdem auch dichte Knollen (sogen. Leberkies) und in feinen Theilchen der Masse anderer Mineralien eingesprengt; endlich dünne, blattartige Ueberzüge auf Gesteinen, oder auch als Vererzungsmittel von Conchylien. Spaltbarkeit unvollkommen in der Richtung von Tafelflächen; der Bruch uneben, nie muschelig; spröde. — Härte = 6—6,5; am Stahle weniger funkend, als der Pyrit; spec. Gew. 4,6—4,9, also etwas leichter als der Pyrit. — Graulich oder grünlich speisgelb; im Ritze dunkelgrünlichgrau; an feuchter Luft in der Regel sehr bald verwitternd und sich mit einem erdigen oder haarigen, schimmelähnlichen Ueberzuge von Eisenvitriol bedeckend; bisweilen aber auch wie der Pyrit braun anlaufend und dann den weiteren Angriffen der feuchten

Luft trotzend. — In seinem chemischen Verhalten dem Pyrit ganz ähnlich; jedoch nach Berzelius neben FeS^2 sehr häufig auch noch etwas FeS enthaltend und eben in Folge davon viel leichter der Verwitterung und Vitriolescirung unterliegend als der Pyrit. Ausserdem hat auch Breithaupt beobachtet, dass er sehr oft und namentlich der auf Baryt- und Flussspath vorkommende etwas Arsen enthält. — Sehr schöne Markasitsterne kommen in dem Tafelschieferbruch bei Lehesten im Frankenwalde vor.

3) **Magnetkies** (Leberkies, Pyrrhotin, Fer sulfuré magnetique; Magnetic Iron Pyritis): Hexagonale, meist tafelartige Krystalle; auch derbe und eingesprengte Aggregate mit schaligem, körnigem oder dichtem Gefüge. Unvollkommen spaltbar nach Säulenflächen; spröde; mit muscheligem bis unebenem Bruche. Härte = 3,5—4,5; nicht am Stahle funkend; spec. Gew. 4,4—4,7. Magnetisch. — Speisgelb mit kupferroth, oft auch tombackbraun angelaufen; mit graulich schwarzem Ritze. — Vor dem Löthrohre ziemlich leicht zu einem graulichschwarzen Magnetkorne schmelzend. Im Glasrohre nur schwefelige Säure gebend. Nur in Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel löslich.

Chemischer Bestand: Fe^7S^8 oder $\acute{F}e^5\acute{\acute{\acute{F}}}e$, wozu gehört
60,4 Eisen und
39,6 Schwefel.

c. Verwitterung und Umwandlung der Eisenkiese. — Unter den eben beschriebenen Arten des Eisenkieses sind namentlich die beiden ersten, der Pyrit und Markasit, theils wegen ihrer gewaltigen Verbreitung in den verschiedenartigsten Erdrindebildungen, theils durch die Einwirkung ihrer Umwandlungsproducte auf die sie umgebenden Mineralmassen unserer besondern Beachtung werth.

Diese Eisenkiesarten sind zwar beide der umwandelnden Kraft des Sauerstoffes unterworfen, aber in sehr ungleichem Grade. Denn der Pyrit widersteht den Angriffen des ebengenannten Elementes weit stärker als der Markasit, obgleich er ganz gleiche chemische Zusammensetzung mit dem letzteren hat. Nach meinen wiederholten Untersuchungen und Erfahrungen liegt der Grund für diese ungleich starke Zersetzbarkeit lediglich in den morphologischen Verhältnissen dieser beiden Eisenkiesarten und ausserdem bisweilen auch wohl in den chemischen Beimengungen.

Was zunächst den Einfluss des Körperbaues betrifft, so ist es allbekannt, dass jeder ausgebildete Krystall mit möglichst ebenen Oberflächen um so weniger von den Verwitterungspotenzen angegriffen wird, je inniger die Verbindung seiner Krystalltheile ist. Dies tritt namentlich bei dem, mit möglichst dichten, glatten Oberflächen versehenen, Pyrite deutlich hervor; der Markasit dagegen krystallisirt namentlich in rhombischen Tafeln und Prismen, deren Spaltbarkeit in der Richtung der Prismenfläche schon

weit deutlicher hervortritt. Dazu kommt, dass der erstere weit mehr in geschlossenen Krystallen und dichten Aggregationsformen mit blättrigem oder strahlig faserigem Gefüge, als in geschlossenen Krystallindividuen auftritt. Jener bietet daher den Verwitterungspotenzen weit weniger Haftpunkte als dieser, und dieser selbst gestattet nicht allein an seiner, von Krystallspitzen rauhen, Oberfläche, sondern auch zwischen seinen einzelnen Blättern und strahlig auseinandergehenden, nadelförmigen Prismen der Feuchtigkeit und dem Sauerstoffe eine grosse Zahl von Haftpunkten. Dadurch lässt es sich schon erklären, warum Pyrit weit schwerer verwittert als Markasit. — In manchen Fällen mag aber hierzu noch kommen, dass der Markasit ausser FeS^2 auch noch etwas FeS enthält, welches durch seine leichte Oxydirbarkeit auch die Oxydation des FeS^2 befördert.

Dies vorausgesetzt geht nun die Umwandlung der Schwefelkiese in folgender Weise vor sich:

Legt man frische Eisenkieskrystalle an ganz trockenluftige Orte, so widerstehen sie, selbst die sonst so leicht verwitternden Markasite, lange Zeit den Angriffen der Verwitterungsagentien. Sowie man sie aber anfeuchtet oder auf feuchtes Fliesspapier legt, dann beginnt auch trotz der sonstigen Trockenheit ihres Lagerortes sehr bald ihre Zersetzung. Feuchtigkeit ist also die erste Bedingung zur Verwitterung der Eisenkiese. Nur durch sie wird es dem atmosphärischen Sauerstoff, diesem Hauptumwandler aller Schwefelerze, möglich, dauernd an den Flächen der letzteren zu haften und sich mit den von ihm berührten Kiestheilen zu verbinden. Durch den Sauerstoff nun entsteht zunächst auf der Aussenfläche dieser Schwefelerze eine blau und grün schillernde äusserst feine Oxydationshaut und dann entweder eine dichte, festanliegende, kastanienbraune Schale (so vorzüglich beim Pyrit) oder ein unrein schimmelgrüner Ueberzug, aus welchem sich im weiteren Verlaufe der Verwitterung bald eine erdige, bald nadelig krystallinische, tintenartig schmeckende Rinde von schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenvitriol (so namentlich beim Markasit) entwickelt. Jene dicht und fest anliegende braune Oxydationsschale besteht meist aus reinem Eisenoxyd und entsteht vorherrschend auf Eisenkieskrystallen mit glatter Oberfläche, also namentlich auf Pyriten, welche sich an trocknen Orten befinden, die nur zeitweise vom Wasser oder von alkalischen Carbonatlösungen befeuchtet werden, wie wir weiter unten näher erörtern wollen. — Anders aber ist es mit der Vitriolrinde. Diese, welche sich aus der gleichzeitigen Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure und des Eisens zu Eisenoxydul entwickelt und namentlich auf Krystallen mit rauher Oberfläche oder auf den knolligen und kugeligen Aggregationsformen mit blättrigem oder strahlig faserigem Gefüge, also hauptsächlich beim Markasit, zum Vorscheine kommt, entsteht vorzüglich dann an Eisenkiesen, wenn sie fortwährend der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Da

an sowohl der Pyrit, wie der Markasit aus 1 Atom Eisen und 2 Atomen chwefel besteht, zur Bildung von Eisenvitriol aber nur 1 Atom Eisen + Atom Schwefelsäure gehört, so muss bei der Vitriolescirung der Schwefeliese neben dem Eisenvitriole auch 1 Atom freier Schwefelsäure enttehen. In der That ist dies auch so, wie man leicht beobachten kann, renn man z. B. einen Markasit auf einem Lakmus-Papiere an einen uchten Ort legt. Schon nach einigen Tagen wird man alsdann an dem farkasite die oben erwähnte Vitriolrinde, zugleich aber auch eine nasse, ebräunte Stelle auf der Papier- oder Holzunterlage bemerken, welche immer 'eiter um sich greift und allmählig das ganze Papier oder Holz zerätzt. elbst an wohlverschlossenen Pappschachteln, in denen man solche Schwefeliese aufbewahrt, bemerkt man diese Zerätzung, welche nur von der bei er Vitriolescirung freiwerdenden Schwefelsäure herrührt.

Zusatz: Recht deutlich sieht man diese Entwickelung von freier chwefelsäure, wenn man einen eben in der Vitriolescirung begriffenen Marasit auf ein mit Kreideschlamm bestrichenes feucht gehaltenes Holzstückhen legt; denn man wird alsdann an der Kreide ein Aufbrausen bemerken, relches so lange dauert, als sich noch freie Schwefelsäure aus dem sich mwandelnden Markasite entwickelt. — Ebenso entsteht, wenn man Marasit auf Kali haltigen Schieferthonschlamm legt und einige Zeit an einem euchten Orte stehen lässt, eine Lösung, aus welcher man beim allmähligen Verdampfen ein mechanisches Gemenge von Alaun und Eisenvitriol erhält. — Ein Beweis, dass sich der Alaun aus der durch die Vitriolescirung freigewordenen Schwefelsäure, nicht aber aus der Zersetzung des Eisenvitriols selbst gebildet at. Nach meinen Versuchen wird erst dann der entstandene Eisenvitriol einer Schwefelsäure von der Kalkerde in der Kreide oder vom Kali in chieferthon beraubt, wenn die Eisenkiese schon vollständig vitriolescirt rorden sind und keine freie Schwefelsäure mehr entwickeln können. Dann ber entsteht aus dem Eisenvitriol Eisenspath oder auch Eisenoxyd, wie rir später sehen werden.

Aus den eben mitgetheilten Thatsachen ersieht man zur Genüge, dass ei der Umwandlung der Eisenkiese durch Wasser und Sauerstoff stets uerst freie Schwefelsäure und dann schwefelsaures Eisenoxydul entsteht. Da nun diese Umwandlung oder Vitriolescirung stets von Aussen nach nnen vor sich geht, so findet man sehr oft, namentlich an Markasitknollen, ine mehr oder minder dicke, bald pulverige bald krystallinisch nadelige Eisenvitriolrinde und noch einen gut erhaltenen Eisenkieskern. Man trifft ber auch häufig solche Knollen, deren Rinde aus ockergelben schwefelaurem Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydulhydrat oder auch geradezu aus inem Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd besteht. Ist dies letzte der Fall, ann muss irgend ein anderes Mineral auf die früher vorhandene Eisentriolrinde zersetzend eingewirkt haben. In der That erscheint dies sehr

leicht möglich; denn kommen in kohlensaurem Wasser gelöste Carbonat der Alkalien und alkalischen Erden mit Eisenvitriol in Berührung, so erfolg ein Umtausch der Säuren, in Folge dessen einerseits schwefelsaure Alkalie und alkalische Erden entstehen, welche entweder vom Wasser weggespült werden, oder sich, wie der Gyps, als Rinde auf dem Eisenkies absetzen und andererseits zuerst kohlensaures Eisenoxydul und dann bei weiterer Oxydation Eisenoxyd als gelbe oder braune Verwitterungsrinde auf dem Eisenkiese zurückbleibt. Indem aber diese letztgenannte Rinde gewöhnlich sehr dicht ist, fest an der Kiesoberfläche haftet, und auch wegen der schwachen Verwandtschaft ihres Sesquioxydes zu Säuren nicht leicht löslich gemacht werden kann, so verhindert sie dann alle weitere Vitriolescirung des noch vorhandenen Kieses. Denkt man sich nun einen Eisenkies in einer Umgebung, in welcher sich ausser Luft auch zugleich Lösungen von den obengenannten Carbonaten befinden, so wird derselbe anfangs auch zu vitriolesciren beginnen, aber dann schnell durch den eben beschriebenen Einfluss der ihn benetzenden Carbonatlösungen an seiner Oberfläche mit einer nicht mehr umwandelbaren, reinen Eisenoxydrinde versehen und dadurch gegen die weitere Zersetzung geschützt werden.

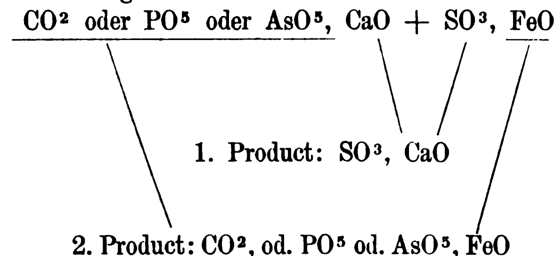
Ausser diesen Zersetzungs- und Umwandlungsproducten der Eisenkiese hat man auch noch beobachtet, dass Eisenkiese, namentlich Pyrite, in Eisenoxydhydrat und Schwefel zersetzt werden (vgl. G. Rose in seiner Reise nach dem Ural I. S. 196. 214), und diese Art der Zersetzung durch Wasserdämpfe zu erklären gesucht, welche bei ihrer Berührung mit Eisenkiesen sich zersetzen und durch ihren Sauerstoff das Eisen in Oxydhydrat umwandelten, während zugleich ihr Wasserstoff sich mit dem Schwefel des Eisenkiese zu Schwefelwasserstoff verband, aus dem nun zuletzt der Schwefel sich abschied.

Sehr schöne, bisweilen wallnussgrosse, äusserlich ganz glatte, eisenglänzende, in ihrer ganzen Masse aus Eisenoxyd bestehende, Pyritdodekaëder kommen bei Rio auf Elba vor. Und aus Eisenocker bestehende Markasitsterne finden sich bei Lehesten am Frankenwalde. — Sollten diese Pseudomorphosen von Eisenoxyd und Oxydhydrat nach Pyrit und Markasit nicht dadurch entstanden sein, dass alkalische Carbonatlösungen die Eisenkiese zur Vitriolescirung anregten und dann Atom für Atom in Eisencarbonate umwandelten, welche dann durch höhere Oxydation ihres Eisengehaltes die Kohlensäure wieder ausstiessen, so dass nur die Eisenoxyde noch übrig blieben?

d. Einfluss der Umwandlung des Eisenkieses auf die mineralische Umgebung des letzteren.

Wie schon im Vorigen angedeutet worden ist, so wirken die vitriolescirenden Eisenkiese hauptsächlich durch die aus ihrem Schwefelgehalt entstehende Schwefelsäure auf die mit ihnen im Verbande stehenden Mineralien ein. Da nun diese Säure eine der stärksten ist, so vermag sie die meisten an-

deren aus ihren Verbindungen zu vertreiben, zumal wenn dieselben mit Basen im Verbande stehen, welche, wie die Alkalien und alkalischen Erden, von vorn herein zur Schwefelsäure eine grössere Verwandtschaft besitzen, als zu irgend einem anderen Umwandlungsstoffe. Auf diese Weise werden durch die Schwefelsäure der vitriolescirenden Eisenkiese, namentlich die Chloride, Fluoride, Carbonate, Phosphate, Arseniate, Titanate und Chromate sämmtlicher Alkalien und alkalischen Erden und der meisten Schwermetalloxyde in Sulfate umgewandelt; auf diese Weise werden aber auch durch diese Säure alle multiplen wasserhaltigen Silicate, zumal wenn sie Monosilicate von Kali, Natron und Kalkerde enthalten, unter Ausscheidung von gelationöser Kieselsäure zersetzt. Es wirkt indessen nicht blos die freigewordene, sondern auch die im Eisenvitriole selbst vorhandene Schwefelsäure auf ihre mineralische Umgebung ein. Durch die freigewordene Schwefelsäure werden die ebengenannten Mineralien einfach in Sulfate umgewandelt, so dass ihre bisher mit ihnen verbundenen Säuren frei werden, welche selbst nun wieder auf die mannichfachste Weise auf die mit ihnen in Berührung kommenden Mineralien einwirken können. Durch die in den Eisenvitriolen vorhandene Schwefelsäure aber wird eine doppelte Reihe von Umwandlungen hervorgerufen. Indem nämlich die obengenannten Mineralien, sei es, dass sie selbst oder auch die Vitriole sich in Lösung befinden mit dem Eisenvitriol in Berührung kommen, entziehen sie diesem letzteren seine Schwefelsäure und geben seinem Eisenoxydule dafür zum Ersatz ihre eben abgeschiedenen Umwandlungsstoffe, so dass also durch diesen Umtausch der Umwandlungsstoffe einerseits aus jenen Mineralien Sulfate und andererseits aus dem Eisenoxydule des Vitrioles kohlensaures, phosphorsaures, arsensaures Eisenoxydul oder auch wohl Eisenchlorid wird, etwa in der Weise, wie das beifolgende Schema zeigt:



Die in dieser Weise durch vitriolescirende Eisenkiese am meisten vorkommenden Mineralumwandlungen sind folgende:

1) Gyps-, Eisenspath- und Brauneisensteinbildung im Gebiete Kalk haltiger Gesteine.

a. An der Michelskuppe und am Stregdaer Becken bei Eisenach lagert eine durchschnittlich 60 Fuss mächtige, zur unteren Keuperformation

gehörige Zone von Thonmergeln, deren einzelne Schichten abwechselnd grünlichgrau, ockergelb und braunroth gefärbt sind. Die unterste Schichten dieser sogenannten Thonmergel sind in ihren tiefsten, von der Luft abgeschlossenen, Lagen unreingrau, enthalten bis 10 pCt kohlensauren Kalkes, — welcher sich beim Betröpfeln dieser Steinmasse mit Salzsäure durch ziemlich lebhaftes Aufbrausen zu erkennen giebt —, und umschliessen viele erbsen- bis haselnussgrosse, birn-, apfel- oder kugelförmige Knollen von strahligem Markasit. In ihren oberen, mit der Luft in Berührung stehenden Lagen aber brausen diese Thonmergel nicht mehr beim Betröpfeln mit Säure und enthalten demnach auch keinen kohlensauren Kalk mehr; auch erscheinen sie nicht mehr grau, sondern unrein grünlichgelb, von weissen Gypsblättern und Fasergypsadern durchzogen und ihre Markasitknollen sind in Eisenoxydhydratknollen umgewandelt. Nach allem dem sind also diese grauen Thonmergel durch den Einfluss der Luft auf die in ihnen liegenden Markasitknollen in eisenschüssigen, von Gyps durchzogenen, Thon umgewandelt worden, während die Markasitknollen selbst sich in Brauneisenstein umgewandelt haben.

Am augenfälligsten konnte man diese Umwandlung vor acht Jahren in einem hinter dem Dorfe Stregda klaffenden Wasserrisse bemerken, welcher während eines regenreichen Winters entstanden war und über 20 Fuss tief in einen Abhang des Keuperthonmergels einschnitt. Die Wände dieser Regenschlucht waren Anfangs dunkelgrau und mit zahlreichen Markasitknollen, welche oft verkiesten Birnen, Pomeranzen und anderen Baumfrüchten täuschend ähnlich sahen, reichlich besetzt. Allein schon im Laufe des nächsten Sommers änderte sich die Beschaffenheit des Mergels, wie der Kiesknollen selbst. Jener war in Folge des Austrocknens nach allen Richtungen hin zerspalten und zeigte namentlich an den feuchten Wänden seiner Spalten zuerst in der nächsten Umgebung der Markasitknollen, später aber auch an allen Orten eine fortwährende Entwicklung von Gasbläschen, während diese Knollen selbst unansehnlich und grünlichgrau und dabei so mürbe wurden, dass sie sich zwischen den Fingern zerdrücken liessen. Und im Herbste desselben Jahres brauste die Mergelmasse an ihrer Oberfläche wohl auf 2 Zoll tief nicht mehr mit Säuren auf, war also schon gemeiner Thon geworden, während an den beiden Seitenwänden der ihre Masse senkrecht durchsetzenden Spalten zarte Ueberzüge von 2—3 Linien langen Gypsfasern erschienen, welche senkrecht auf diesen Wänden standen und durch diese Stellung bewiesen, dass sie aus der Masse der letzteren hervorgesprosst waren. Ebenso erschienen viele der Kiesknollen ganz mit einer Decke von Gypsnädelchen umhüllt, die ich Anfangs für reinen Eisenvitriol hielt.

aber bei genauer Untersuchung als Gemenge von Gyps mit Eisenvitriol erkannte. Durch die Nässe des nächstfolgenden Winters wurden indessen diese sämmtlichen Gebilde wieder zerstört und aufgelöst und die Spalten selbst zum Theil mit Thonschlamm ausgefüllt. — Bis jetzt waren alle die obenerwähnten Erscheinungen, wenigstens nach meinen Untersuchungen, lediglich durch die bei der Vitriolescirung der Markasite freigewordene Schwefelsäure hervorgerufen worden; denn die Markasitknollen selbst erschienen noch nicht vollständig in Eisenvitriol umgewandelt. Allein schon im zweiten Jahre nach der Entstehung der Wasserrisse änderte sich dieses Verhältniss. Von den Markasitknollen waren jetzt schon die kleineren fast ganz in Eisenvitriol umgewandelt worden; die Bodenfeuchtigkeit löste sie auf; der im vorigen Jahre entstandene Thon saugte sie in sich ein und vertheilte ihre Lösung durch seine ganze Masse, wie schon der Geschmack der letzteren bewies. In ihr aber überall mit ihrem noch übrigen Kalkgehalte in innige Berührung kommend entstanden jetzt einerseits Gypstheilchen, die sich in der Bodenfeuchtigkeit lösten und andererseits Eisenspaththeilchen, welche mit dem Thon in Verbindung blieben und denselben in eine Art thonigen Eisenspathes umwandelten, wie eine chemische Untersuchung bewies. Im Verlaufe des dritten Jahres bekam die ganze Thonmasse an ihrer Oberfläche und von dieser aus wohl bis 6 Zoll tief einwärts eine eigenthümliche grünlich ockergelbe Färbung und eine grosse Menge intensiv ockergelber Flecken und Adern, welche vorherrschend senkrecht zogen und sich an blossgelegten Stellen der Thonmasse immer wieder erneuerten, wenn man sie durch Abschürfen entfernte. Eine jetzt angestellte genaue Untersuchung ergab, dass die Färbung der Thonmasse selbst von dem zu Eisenoxydhydrat umgewandelten Eisenspath herrührte, während die ockergelben Flecken und die von ihnen ausgehenden Adern wenigstens zum grossen Theile aus schwefelsaurem Eisenoxydhydrat bestanden, welches sich aus den noch übrigen Markasitresten entwickelte. Von Gyps aber waren jetzt an der Oberfläche des Thones kaum noch Spuren zu bemerken. — Im Jahre 1860 endlich wurde bei Stregda eine Chaussee angelegt, welche den unteren Theil des eben beschriebenen Wasserrisses seiner ganzen Querbreite nach durchschnitt — und so das Innere der ehemaligen Thonmergelmasse ganz aufdeckte. In dieser aufgedeckten Masse kamen nun einerseits auf den Schieferflächen des übrigens ebenfalls in Thon umgewandelten Mergels die schönsten, oft 2 Zoll breiten, vielstrahligen Sterne von ganz farblosen Gypsprismen und andererseits Markasitknollen, welche von Aussen nach Innen aus strahlig verlaufenden, ockergelben Gypsnadeln bestanden und noch einen kleinen Markasit-

kern enthielten, dessen einzelne Kiesnadeln unmittelbar in diese Gyps-nadeln übergingen, so dass man geneigt wurde, *diese letzteren für Pseudomorphosen nach jenen zu halten.* Nach meinem Dafürhalten konnten diese eigenthümlichen Bildungen nur dadurch entstanden sein, dass Lösungen von kohlensaurem Kalk mit den vitriolescirenden Kiesknollen in Berührung traten, und sich hierdurch in Gyps umwandelten, welcher nun das Eisenoxydul des Vitriols verdrängte.

Ausserdem aber fanden sich auch eiförmige Knollen von thoni-gem Spatheisenstein vor, welche sich jedoch an der Luft sehr bal mit einer Ockerrinde überzogen, die sich dann beim vollständige Austrocknen lagenweise von dem noch vorhandenen Spatheisenstein kerne absonderte und napfförmige Scherben bildete. (Sollten über haupt nicht auf diese Weise die aus concentrischen Lagen bestehen den Thoneisensteinknollen [Klappersteine] entstehen? — Vergl. hierz weiter hinten die Eisenoxyde.)

Soweit meine Beobachtung über die Umwandlungsgebilde, welch vitriolescirende Eisenkiese in dem obenbeschriebenen Mergel hervor gebracht haben. Aus ihnen geht nach meiner Ansicht deutlich genu hervor, dass

1) durch vitriolescirende Eisenkiese kohlensaurer Kalk in Gyps,
2) Eisenvitriol selbst aber in kalkhaltigen Gesteinen zuerst in Eisen spath und dann bei Zutritt von Luft in Eisenoxydhydrat (Eisenocker)
3) Mergel endlich
   a. entweder bei vollständiger Auslaugung in gemeinen Thon oder was gewöhnlich der Fall ist,
   b. in von Gypsadern und Nestern durchzogenen anfangs eisenspäthigen und später eisenschüssigen (ockergelben oder rothbraunen) Thon

umgewandelt wird und dass man demgemäss die von Gypsadern durchzogenen, einschüssigen Thonablagerungen, z. B. in der Bunt sandstein- und Keuperformation, in den meisten Fällen *ganz falsch als bunte Mergel* bezeichnet.

b. Obgleich der eben mitgetheilte Fall den eben ausgesprochenen Erfah-rungsatz wohl hinlänglich bestätigt, so kann ich doch nicht umhin einen anderen hierher gehörigen, sehr interessanten Fall, welchen ich schon im X. Bde. (1858) der geolog. Zeitschrift S. 343 beschrieben habe, hier noch anzuführen.

Bei Merksleben unweit Langensalza (3 Meilen nordöstlich von Eisenach) sind die Gypsmergel des Keupers durch zwei mächtige Steinbrüche schön aufgeschlossen. In einem derselben, welcher dicht vor dem genannten Dorfe liegt, zeigen sich folgende Ablagerungen. Zunächst unter dem Ackerlande lagert:

a. Dünngeschichteter grauer Thonmergel in Wechsellagerung mit sehr dünnen Lagen von rothem, von Gypsspathblättern durchzogenem, Thonmergel: 3 Fuss mächtig.

b. Unter ihm folgt eine 2 Fuss mächtige Lage von rothem Thonmergel, dessen ganze Masse von weissen, 2—3 Zoll dicken Gypsstalaktiten, deren jeder aus kreisrunden, fast käseförmigen, Gliedern besteht, senkrecht durchsetzt wird. In der That eine merkwürdige Erscheinung.

c. Unter dem Thonmergel folgt wieder eine 2 Fuss mächtige Schicht, wie a., die sich dadurch auszeichnet, dass in ihren grauen und rothen Lagen ganz eigenthümliche Gypsconcretionen, die bald wie verschimmelte Gurken, bald wie blutige Stücke Fleisch aussehen, isolirt eingebettet liegen.

d. Nun folgt wieder eine 1½ Fuss mächtige, von weissen Gypsstalaktiten durchzogene, rothe Thonmergellage.

e. Alsdann eine drei Fuss mächtige rothe Mergelschicht, welche mit Gypsspathlagen und grauen Kalkmergelschichten wechsellagert; unter ihnen zeigt sich

f. Grauer Thonmergel mit dünnen Gypslagen: 1 Fuss mächtig.

g. Zu unterst endlich lagert wieder eine Schicht von Thonmergeln, wie e.

Die interessantesten Erscheinungen in diesen Mergelablagerungen sind ihre eigenthümlichen Gypsgebilde. Die in den braunrothen Thonmergellagen b. und d. zahlreichen, von der Decke zur Sohle dieser Lage reichenden Gypsstalaktiten gleichen einem Labyrinthe von kleinen, 2—3 Zoll dicken Alabastersäulen, welche aus lauter über einander stehenden und leicht von einander zu trennenden, breit- oder flachgedrückten Gypskugeln bestehen, die in der Regel ein strahliges, hier und da auch concentrisch-schaliges Gefüge zeigen. — Die in der grüngrauen oder schimmelgrünen Mergelschicht c. dagegen eingebetteten Gypsconcretionen haben die wunderlichsten Formen; bald gleichen sie kugeligen Knollen, bald haben sie die Gestalt von Gurken oder sogenannten Spitzkäsen, denen sie durch ihren schimmelfarbigen Thonüberzug oft täuschend ähnlich werden; bald auch ahmen sie die Formen von Nieren und anderen thierischen Eingeweiden, selbst durch ihre hochbraunrothe Färbung, nach. Alle haben ein strahliges Gefüge. Und dieses sowohl, wie ihre so sonderbaren Formen, möchte mich zu der Ansicht leiten, dass alle diese Gypse nichts weiter als Pseudomorphosen nach Eisenkiesen (Markasiten) und nach Eisenvitriol sind. Ich will nicht behaupten, dass dies wirklich die richtige Erklärung für diese so eigenthümliche Gypsbildung ist. Wenn ich aber bedenke, dass

1) noch gegenwärtig Markasitknollen und aus ihnen sich bildende Eisenvitriolstalaktiten in diesen Mergellagen vorkommen;
2) Eisenvitriollösungen, wenn sie mit Mergellagen in längere Berührung kommen, leicht ihre Schwefelsäure an den Kalk des Mergels abtreten und diesen dadurch in Gyps umwandeln;
3) Eisenkiesknollen, welche in Mergeln liegen, sich von aussen nach innen allmählig in Eisenvitriol umwandeln und dann den sie umgebenden Mergel in der Weise zersetzen, dass der Kalk des letzteren als Gyps an die Stelle des sich zersetzenden Eisenvitriols und Eisenkieses tritt;
4) der Mergel in der nächsten Umgebung dieser Gypsknollen nur noch wenig oder gar nicht mit Säuren braust;
5) die braunrothe Färbung dieser Mergellagen wahrscheinlich selbst von den zersetzten Schwefelkiesen herrührt;
6) endlich eine nicht weit von Merksleben sprudelnde Quelle Eisenvitriol enthält;

ich meine, wenn ich das alles bedenke, so erscheint wenigstens mir meine oben ausgesprochene Ansicht über die Bildung dieser Gypse nicht unwahrscheinlich.

2) Gyps-, Eisenspath- und Bittersalzbildung durch Eisenkies im Gebiete dolomitischer Gesteine. Wenn man pulverisirten Dolomit mit concentrirter Schwefelsäure behandelt und dann nach gänzlicher Entfernung der Kohlensäure das breiartige Gemisch mit Alkohol auslaugt und alfiltrirt, so erhält man als Rückstand im Filter Gyps und in dem Filtrat schwefelsaure Magnesia oder Bittersalz, welches sich nach einiger Verdampfung des Alkohols in nadelförmigen Krystallen absetzt. — Uebergiesst man dagegen dieses Dolomitpulver mit einer Lösung von Eisenvitriol, so erfolgt zwar kein Aufbrausen; wenn man aber nach einigen Stunden das Gemisch ebenfalls mit Alkohohl auslaugt und filtrirt, so erhält man wie im vorigen Falle ebenfalls im Filtrat Bittersalz untermischt mit mehr oder weniger Eisenvitriol und im Filter ein schnell gelblich werdendes, mit Säuren aufbrausendes, Gemisch. Uebergiesst man dieses Gemisch mit recht viel destillirtem Wasser, so erhält man nach einigen Tagen einen Bodensatz, welcher nach der Untersuchung aus kohlensaurem Eisenoxydul mit etwas Eisenoxydhydrat besteht. Man hat also durch diesen Versuch mit Hülfe des Eisenvitrioles aus dem Dolomite Gyps, Bittersalz und Eisenspath, welcher sich indessen sehr bald in Eisenocker umwandelt, erhalten. — Ganz dieselben Resultate erhält man nun auch, wenn man vitriolescirende Eisenkiese in einen Dolomitschlamm legt. — Was man aber hier durch künstliches Experiment erlangt, das geschieht auch in der Natur überall, wo Markasit im Dolomite oder in dolomitischen Mergeln vorkommt, wie folgendes Beispiel zeigen wird.

In dem Gebiete der oben erwähnten grauen Keupermergel befinden sich Zwischenschichten eines sehr zerfressenen, weissen und rothbraunen Dolomitmergels, welcher stellenweise sehr viel kleine Eisenkiese umschliesst. Da nun, wo man in diesem Dolomite keine Eisenkiese mehr bemerkt, ist derselbe sehr kalkarm, fast rein thonig und gelblich, von Gypsschnüren durchzogen und in seinen Zerklüftungen theils mit mehligem Bittersalz, theils auch mit niedlichen Drusen von Eisenspathrhomboëdern überkleidet. — Offenbar lauter Mineralbildungen, welche durch die ausgewitterten Eisenkiese entstanden sind.

3) Gyps- und Vivianitbildung aus phosphorsaurem Kalk durch vitriolescirende Eisenkiese. — Wie ich schon in meinem Werke über Torf- und Limonitbildungen S. 204 u. f. gezeigt habe, findet sich in den auf dem Grunde von Sümpfen, Mooren und Seeen lagernden Morasterzen (Limonit) neben Eisenoxydhydrat auch sehr häufig noch ein grösseres oder geringeres Quantum phosphorsauren Eisenoxydes d. i. Vivianites. Nach allen Erfahrungen, die ich bis jetzt über das Vorkommen dieser Beimengung habe machen können, findet sich dieselbe namentlich in denjenigen Limonitlagern, welche sich auf dem Grunde theils von solchen Mooren, deren Torfmasse vorherrschend aus den Resten von Holzgewächsen (Haiden, Preisseln, Weiden, Erlen) oder von Schilfen, Simsen, Woll-, Riedgräsern und Algen, also von Pflanzenmassen, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Phosphor oder Phosphorsäure enthalten, besteht, theils von Seeen bilden, in welchen Fische oder froschartige Reptilien, also Thiere leben, welche sowohl in ihren Knochen, wie in ihren weichen Körpertheilen ebenfalls Phosphor enthalten. Dieses phosphorsaure Eisenoxyd nun entsteht wie a. a. O. S. 205 gelehrt worden ist, aus der Wechselwirkung von dem phosphorsauren Kalk, welcher bei der Vertorfung jener Gewächse oder bei der Verfaulung der in den Mooren liegenden Thierreste frei wird, auf die in dem Moorwasser gelösten Eisenoxydulsalze, mögen diese letzteren nun Quell-, Kohlen- oder Schwefelsäure enthalten. Befinden sich auf dem Grunde oder in der nächsten Umgebung solcher Moore Eisenkiese, was sehr häufig der Fall ist, so ist stets das aus ihrer Vitriolescirung entstehende schwefelsaure Eisenoxydul die erste Quelle für die Erzeugung von Vivianit; denn kommt die Lösung dieses Salzes mit gelöstem phosphorsaurem Kalke oder phosphorsaurem Alkali in Berührung, so entsteht stets durch Umtausch der Säuren einerseits Gyps oder schwefelsaures Alkali, was sich im Wasser löst, und andererseits Vivianit.

Auf diese Weise bilden sich die bedeutenden Ablagerungen von phosphorsauren Seeerzen in den Småländischen Seeen, welche in Schwefelkies reichen Dioritfelsen eingebettet liegen; auf diese Weise wird das Innere von Sumpfschneckengehäusen oft ganz mit nadeligen Aggregaten von Vivianit ausgefüllt; auf diese Weise lässt es sich auch erklären, wie die Reste eines

Hirschgeweihes, welches man auf dem Grunde eines mecklenburgischen Torfmoores gefunden hat, fast ganz in Vivianit umgewandelt werden und wie sich im Innern von Menschenknochen, welche man in einem Schachte der Scharley-Galmei Grube in Oberschlesien in einer Tiefe von 8—9 Lachter fand, Vivianitkrystalle erzeugen konnten. (Vgl. Bischoff chem. Geol. Bd. I. S. 725.).

4) Halotrichit- und Alaunbildung in Thonschiefern, Schieferthonen und Thonablagerungen durch Eisenkies. Wenn man geschlämmten Thonschiefer oder auch Schieferthon mit zerstossenem vitriolescirenden Markasit untermischt und das Gemisch feucht gehalten mehrere Wochen lang stehen lässt, so bilden sich sowohl auf der Oberfläche, wie in den Querrissen der austrocknenden Thonmasse mehlartige, grünlich-weiss gefärbte Beschläge, welche auf der Zunge einen widerlich zusammenziehenden, meist tintenartigen Geschmack erregen. Laugt man nun den Schlamm tüchtig mit destillirtem Wasser aus, filtrirt ab und lässt das Filtrat ganz allmählig verdunsten, so erhält man an einem in dasselbe gehängten wollenen Faden kleine gelblichgrüne Eisenvitriolnädelchen und ausserdem entweder kleine, farblose, haarförmige Krystallnädelchen oder auch ganz regelrecht ausgebildete Octaëder. Es können sich demnach durch den vitriolescirenden Markasit dreierlei Mineralien aus dem Thonschiefer oder Thone entwickeln, nämlich Eisenvitriol, haarförmiger Halotrichit d. i. schwefelsaures Thonerdehydrat, und octaëdrischer Alaun d. i. schwefelsaure Kalithonerde. Das erste dieser beiden Salze wird man aber stets erhalten, wenn man Schwefelsäure auf alkalienfreien Thon einwirken lässt, während der Alaun immer aus Alkalien haltigen Thongesteinen durch Schwefelsäure erzeugt wird. So ist es auch in der Natur. Denn, wo nur Schwefelkies reiche Thonschiefer, Schieferthone und Thonlager vorhanden sind, da wird auch durch die freiwerdende Schwefelsäure der vitriolescirenden Schwefelkiese einerseits die kieselsaure Thonerde dieser Gesteine unter Abscheidung ihrer Kieselsäure in Alaun, wenn diese Gesteine alkalienhaltig sind, oder in Halotrichit umgewandelt, wenn diese Gesteine keine Alkalien besitzen während andererseits Eisenvitriol entsteht, welcher sich in der Regel mit den Lösungen des Alauns mechanisch mischt oder auch chemisch zu Eisenalaun verbindet. Die Alaunschieferschichten im Gebiete der Grauwacke-, Stein- und Braunkohlenformation zeigen dies deutlich genug. Ein nicht uninteressanter Fall dieser Art möge hier noch eine besondere Erwähnung finden:

> In der, am Schlierberge bei Krauthausen unweit Eisenach lagernden Liasformation lagert eine mächtige Zone von grauschwarzen, von verwitterndem Markasit ganz durchdrungenen, dünnblättrigen mergeligen Schieferthonen. Wird an diesen Schiefern irgend eine Fläche bloss gelegt, so erscheint sie wie mit Kupferschaum überzogen. Allein

schon nach einigen Wochen ist dieser Ueberzug verschwunden und es ist an seine Stelle Eisenvitriol und eine Art Alaun getreten. Der nächtliche Thau oder Regenwetter wäscht auch diese Salzdecke weg und die unter ihr liegenden Schiefer- und Mergelthonlagen zerfallen nun in ein dünnblättriges Schuttwerk, welches sich am Fusse der entblösten Steinwand anhäuft. Durch diese sich fort und fort aus den in den ursprünglichen Mergelschiefern angehäuften Markasiten neu erzeugenden Vitriole wird aber nicht blos die Schiefermasse, sondern auch jede zwischen ihr liegende Mergel- und Sandsteinschicht ihres Kalkgehaltes beraubt, -- indem die sich umwandelnden Schwefelkiese nicht blos schwefelsaures Eisenoxydul, soudern auch freie Schwefelsäure, welche nun auf den kohlensauren Kalk der Schiefer, des Mergels und der Sandsteine einwirkt, entwickeln, — so dass nun die ursprünglichen Mergelschiefer, Sandmergel und Mergelsandsteine zu mürben, sich zerbröckelnden, einfachen Schieferthonen, Letten und Thonsandsteinen werden und nicht mehr mit Säuren aufbrausen. In der That würde man nicht glauben, wenn man diese so umgewandelten Steinschichten vor sich hat, dass diese früher alle mergelig waren, wenn man nicht in einer und derselben Steinschichte da, wo sie noch ganz frisch ist und keine Schwefelkiese enthält, dieselben Gesteine mergelig vorfände. Man könnte nun freilich fragen, wo all der durch die Vitriolescirung des Markasites entstandene Eisenvitriol und schwefelsaure Kalk hinkomme? Die Quellen und kleinen Bäche, welche unserem Liasgebiete entrieseln, geben darauf die einfache Antwort: denn sie enthalten alle mehr oder weniger viel Gyps und Eisenvitriol in sich aufgelöst.

Bemerkenswerth erscheint es indessen, dass Diorite, Granite und andere gemengte krystallinische Gesteine, auch wenn sie sehr reich an Kiesen sind, doch nur wenig oder auch gar nicht von der Vitriolescirung der letzteren leiden. Der Grund davon mag nach meinen Beobachtungen darin liegen, dass in diesen Gesteinen in der Regel nur gut auskrystallisirte Pyritwürfel vorkommen, welche überhaupt nur sehr schwer verwittern. Es ist dies auch beim Thonschiefer so; wenigstens sind es nach meinen vielfachen Beobachtungen in der Regel die Markasit haltigen Schiefer, welche sich in Alaunschiefer umwandeln.

5) Stein- und Braunkohlenbrände und Bildung von Schwefel durch Einfluss vitriolescirender Eisenkiese. — Mischt man Pulver von vitriolescirendem Markasit und Kohle mit einander und feuchtet das Gemisch so an, dass es einen steifen Teig bildet, so entwickelt sich schon nach einigen Stunden eine so bedeutende Wärme in dem letzteren, dass starke Dämpfe in die Höhe steigen und die Kohlenmasse selbst so glühend wird, dass sich beim raschen Auseinanderreissen derselben blaue

Flämmchen entwickeln, welche aus Kohlen- und schwefeliger Säure bestehen. Die bei der Vitriolescirung freiwerdende Schwefelsäure nämlich saugt begierig die Feuchtigkeit in den Kohlen ein und presst sie so in sich zusammen, dass dadurch die gebundene Wärme derselben frei wird, welche nun ausreicht, um die sie umgebenden Kohlentheile ganz heiss, wenn nicht glühend zu machen. — Dieser Process kommt auch in der Natur, sowohl in Stein-, wie in Braunkohlenlagern, vor, deren Kohlen- und Schieferthonmassen stark von Eisenkiesen durchzogen sind, und giebt Veranlassung zu den sogenannten Kohlenbränden, wie allbekannt ist. Es sei daher hier nur noch erwähnt, dass ich in einem Braunkohlenhaufen bei Kaltennordheim an der Rhön, welcher durch seine vitriolescirenden Markasite in Brand gerathen war, beim Auseinanderwerfen desselben eine Menge kleiner, aber zierlich ausgebildeter Schwefelkrystalle erhielt, die nach meinem Dafürhalten nur dadurch entstanden sein konnten, dass die im Innern des Haufens glühenden Kohlen in Ermangelung der atmosphärischen Luft der Schwefelsäure allen Sauerstoff entzogen und dann mit dem freigewordenen Schwefel Schwefelkohlenstoff gebildet hatten, aus dessen Zersetzung endlich der Schwefel sich in kleinen Krystallen absetzte.

6) Ausser den bis jetzt erwähnten Thatsachen, welche die umwandelnde Thätigkeit der vitriolescirenden Eisenkiese wohl hinlänglich darthun, giebt es noch unzählige andere, — z. B. die Bildung von Bittersalz aus Chlorit und Serpentin durch solche Eisenkiese —, welche aber alle dasselbe beweisen, was die schon angeführten, aus der Natur entlehnten Facta gezeigt haben, nämlich:

> dass die vitriolescirenden Schwefelkiese zunächst durch ihre freie Schwefelsäure, sodann aber auch durch ihr schwefelsaures Eisenoxydul vorzüglich auf diejenigen Carbonate, Phosphate, Arseniate und Silicate, welche Alkalien, alkalische Erden und überhaupt Monoxyde enthalten, in der Weise zersetzend einwirken, dass einerseits aus diesen obengenannten Salzen Sulfate und andererseits durch die hierbei freiwerdenden Säuren aus ihrem eigenen Eisengehalte kohlen-, phosphor-, arsen- und kieselsaures Eisenoxydul oder Eisenoxyd entsteht.

c. Associationen und Bildungsweisen der Eisenkiese. Kein anderes Mineral kommt unter so verschiedenartigen Verhältnissen vor, wie der Eisenkies mit seinen Arten. Hier erscheint er als ausserwesentlicher Gemengtheil in allen möglichen, einfachen wie gemengten, ungeschichteten wie geschichteten, Felsarten von den ältesten bis zu den jüngsten hin eingewachsen, eingesprengt oder durch ihre ganze Masse hin fein zertheilt; dort tritt er wieder als ein Hauptmineral auf Gängen und Lagern der verschiedensten Erzarten auf; hier ferner erscheint er fest eingewachsen inmitten der Masse von anerkannt vulcanischen Gesteinen und dort durchzieht er die Massen der Stein-, Braun- und Torfkohlen nach allen Richtungen hin; hier

ndlich zeigt er sich unter Verhältnissen, dass man ihn nur für ein Product ulcanischer Eruptionen halten möchte, und dort wieder erscheint er in Localitäten, wo er nur durch wässerige Lösungen gebildet werden konnte; a in solchen Umgebungen, dass man seine Fortbildung durch den Einfluss von organischen Fäulnissstoffen auf Eisensalzlösung noch fortwährend beobachten kann. — Indessen trotz dieser verschiedenen Wohnstätten und Associationsverhältnisse des Eisenkieses kann man bei genauer Untersuchung dieser Verhältnisse für die einzelnen Arten desselben folgende allgemein gültige Verbreitungsgesetze auffinden:

1) Der Magnetkies, vor allem aber der Pyrit, findet sich zunächst eingewachsen in allen krystallinischen Felsarten, welche unter ihren vorherrschenden Gemengtheilen Augit, Hypersthen, Diabas, Hornblende, Granat, Chlorit, Magnesiaglimmer oder Serpentin, — also ein Mineral enthalten, welches mehr oder minder reich an Eisenoxydul oder Eisenoxyduloxyd ist; und ferner auf Gängen und Lagern mit Quarz, Bitterspath, Braunspath, Kalkspath, Eisenspath und Magneteisenerz — also mit lauter Gangarten, welche anerkannter Weise aus der Zersetzung jener ebengenannten, an Eisenoxyden reichen, Mineralien entstehen können und wirklich erzeugt werden —, in Gesellschaft von Schwefelsilbererzen, Schwefelkupfererzen, Bleiglanz, Gold u. s. w. Und zwar kommt er namentlich auf Gängen mit diesen Erzen und Gangbildnern unter solchen Verhältnissen vor, dass man unwillkürlich zu der Annahme angeregt wird, dass er bei der Umwandlung jener Silicate aus deren Eisengehalt durch den Einfluss von Schwefelwasserstoffdämpfen oder Lösungen entstanden ist. Mit diesen Silicaten zugleich und durch vulcanische Gluth kann er jedoch nicht entstanden sein, denn einerseits wäre dann nicht zu begreifen, warum nicht gleich von vornherein aller Eisengehalt dieser seiner Mutterminerale (ehe sie sich noch bilden konnten) durch Schwefeldämpfe zur Bildung von Eisenkies verwendet worden sein sollte, und andererseits ist es ja bekannt, dass aller Eisenkies durch starke Erhitzung zersetzt wird. Demgemäss wird also der Pyrit, selbst wenn er scheinbar ganz abgeschlossen inmitten seiner Wohnsitze vorkommt, doch nur ein secundär gebildetes Mineral sein.

Ausser diesen eben angegebenen Wohnstätten zeigt sich der Pyrit aber auch in klastischen Gebirgsarten, so namentlich in thonigen Sandsteinen, Schieferthonen und Thonlagern, oft in grosser Menge und zwar unter Verhältnissen, dass man annehmen muss, dass er entweder in diese Lagerstätten gefluthet worden oder erst in ihnen entstanden ist. Das erste möchte wohl immer der Fall sein, wenn seine Krystalle in ganz bitumenlosen Thonsandsteinen und Thonlagern vorkommen, an ihren Kanten und Ecken mehr oder weniger abgerundet sind und jene feste, kastanienbraune Verwitterungsrinde haben, welche nach dem früher schon Mitgetheilten die

Pyrite gegen jede weitere Zersetzung schützt. Kommt dagegen Pyrit in den obengenannten Gesteinen vor, wenn sie reich an kohligen Substanzen und in Folge davon dunkelbraun bis schwarz gefärbt sind, dann ist derselbe wohl stets aus Eisenvitriollösungen entstanden, welche diese Steinmassen durchdrangen, als sie noch schlammig weich waren und nun durch deren Kohlengehalt desoxydirt worden sind.

Endlich hat man auch den Pyrit in oder zwischen verkohlten oder fauligen Organismenresten gefunden und dann ist er stets unter dem Einflusse dieser ganz auf ähnliche Weise entstanden, wie wir beim Markasit zeigen werden, wenn die unter diesen Verhältnissen vorkommenden Pyrite wirklich solche und nicht etwa Markasite sind.

Wie nun der Pyrit vorherrschend abnormen krystallinischen, angeblich durch Vulcane entstandenen, vorzüglich Hornblende- oder Augit haltigen Felsarten und deren Gängen angehört, so hat

2) der Markasit oder Strahlkies, welcher oft mit dem Pyrit verwechselt wird, zumal wenn er in feinen Körnchen eingesprengt oder in dünnen Blättchen aufgewachsen vorkommt, seinen Hauptsitz vorherrschend in den geschichteten Felsarten und namentlich in den von Bitumen oder kohligen Substanzen durchdrungenen, thonigen Sandsteinen, Thonschiefern, Schieferthonen, Mergelschiefern und Thonlagern, welche die Stein-, Braun- und Torfkohlenlager begleiten oder in den letzteren selbst. Ausserdem aber bildet er sehr häufig das Vererzungsmittel von thierischen Resten, namentlich von Strahlthieren und von einschaligen Conchylien, ja auch von Pflanzenresten. Hiermit ist indessen keineswegs gesagt, dass er nicht auch unter günstigen Verhältnissen in dem Gebiete der gemengten krystallinischen Felsarten vorkommen könne, wie man ja auch den Pyrit in den geschichteten Erdrindeablagerungen antrifft. Aber zu leugnen ist hierbei allerdings nicht, dass man bei flüchtiger Beobachtung gar vieles für Markasit gehalten hat, was bei genauer Untersuchung doch nur Pyrit war, wie man auch umgekehrt gar oft Pyrite gesehen hat an Orten, wo man nur Markasite zu suchen hatte. Dies letztere gilt besonders von den meisten sogenannten Pyriten der Braunkohlen-, Torf- und bituminösen Thonlager, sowie von den Eisenkiesen, durch welche Ammoniten, Belemniten und andere Univalven verkiest erscheinen, wie mir vielfache Untersuchungen gelehrt haben.

Nach allen den obengenannten Vorkommnissen erscheint aber der Markasit als ein auf wässerigem Wege gebildetes Mineral, welches sich wie auch beim Pyrite schon angedeutet worden ist, vorzüglich dann erzeugt hat

1) wenn Eisenvitriollösungen von Thonschlammschichten, welche ganz von kohligen Organismenresten durchdrungen waren, eingesogen und dann durch die kohligen Beimischungen desoxydirt wurden, oder

2) wenn Lösungen von Eisensalzen, sei es nun kohlensauren, schwefelsauren oder phosphorsauren, mit organischen Fäulnisssubstanzen in Berührung kamen und durch das, aus diesen letzteren freiwerdende, Schwefelwasserstoff-Ammoniak in Eisenkies umgewandelt wurden, oder

3) wenn Eisensalzlösungen durch Schwefelleberlösungen (Schwefelkalium, Schwefelnatrium oder Schwefelcalcium) geschwefelt wurden, indem diese letzteren dem Eisenoxydule seinen Sauerstoff und dann die Säure entzogen und dafür ihren Schwefel abtraten; oder endlich

4) wenn schlammige Mineral- (z. B. Thon- oder Mergel-) massen, welche viel mechanisch beigemengtes Eisenoxyd enthielten, von Schwefelwasserstoffwasser durchzogen wurden.

Alle diese Fälle sind nicht nur möglich, sondern kommen in der Wirklichkeit auch noch gegenwärtig häufig vor, wie folgende Belege zeigen werden:

1) Forchhammer zeigt — (nach Bischoffs chem. Geologie Bd. I. S. 925 f., da mir Forchhammers Abhandlung selbst nicht zugänglich war) —, dass die gewaltigen Mengen von Fucusarten, besonders von Fucus vesiculosus, an den Küsten von Seeland und Bornholm eine unerschöpfliche Quelle zur Bildung von Eisenkies abgeben. Nach Bischoff theilt Forchhammer hierüber folgendes mit: „Sind die Fucusarten, besonders der Fucus vesiculosus, der von selbst erfolgenden Zersetzung durch Wärme und Wasser ausgesetzt, so beginnt nach einigen Tagen eine Gährung mit bedeutender Kohlensäureentwicklung, wobei eine flüchtige Substanz, die sich nicht vom gewöhnlichen Weingeist zu unterscheiden scheint, erzeugt wird. Ist diese Gährung beendigt, so zersetzen sich die schwefelsauren Alkalien, welche diese Gewächse in Menge enthalten, in Schwefelmetalle, welche durch Berührung mit der Kohlensäure des sich zersetzenden Seegrases und der Atmosphäre Schwefelwasserstoffgas entwickeln. In der Nähe von Copenhagen ist die Entwicklung dieses Gases aus dem Seegrase oft so bedeutend, dass das Silber dadurch in den, der Küste nahe gelegenen, Landhäusern beständig geschwärzt wird.

Kommen die Seegräser in diesem Zustande der Zersetzung mit Eisenoxyd in Berührung, so bildet sich Eisenkies, während der Sauerstoff jenes Oxyds mit dem Kalium, Natrium und Calcium sich verbindet. Diese Zersetzung kann man sehr deutlich an der westlichen Küste der Insel Bornholm in der Ostsee beobachten, wo eine Eisenquelle aus dem untern Oolith in eine kleine Bucht der See sich ergiesst, und wo eine grosse Menge von Fucus vesiculosus beständig an die Küste geworfen wird. Alle Geschiebe auf dem Meeresgrunde sind mit einer schönen gelben Rinde von Eisenkies überzogen, welche sich

unverändert erhält, so lange er vom Meerwasser bedeckt ist, aber, der Luft ausgesetzt, bald in schwefelsaures Eisenoxyd übergeht. Dass diese Wirkung der gegenwärtigen Epoche zugehört, zeigen abgerundete Bruchstücke von Ziegelsteinen, denn dieselben haben da, wo aus einem Bohrloche seit ungefähr 50 Jahren eine eisenhaltige Quelle ausfliesst, den nämlichen Ueberzug."

Aus dieser noch gegenwärtig fortdauernden Eisenkiesbildung zieht dann der Verfasser den Schluss, dass die so häufig vorkommenden Eisenkies- und Alaunbildungen in den silurischen Thonschiefern ebenfalls durch den Einfluss von urweltlichen Seegräsern, deren als Fucoiden bekannte Reste so häufig in diesen Schiefern gefunden werden, herbeigeführt worden seien. Merkwürdig ist es allerdings, dass nicht nur in Scandinavien, sondern auch in anderen Ländern der Grauwackethonschiefer immer da die meisten Eisenkiese und in Folge davon auch die meisten Alaunschieferlager besitzt, wo er zahlreiche Fucoidenreste enthält.

2) Bischoff (a. a. O. Bd. I. S. 917.) fand in der locker erdigen Umgebung von einer der Aachener Mineralquellen metallisch glänzenden, schwarzgelben, unkrystallinischen Eisenkies, in welchem irgend ein Pflanzenstengelchen oder Holzsplitterchen enthalten war, welches die erste Veranlassung zu seiner Bildung gegeben zu haben schien. Um hierüber zur Gewissheit zu kommen, versetzte er Wasser dieser Quellen, welches er in Flaschen gefüllt hatte, mit Zucker und verschloss dann diese letzteren mit Kork, Pech und Leder. Nach 3½ Jahren enthielten sämmtliche Flaschen ein schwarzes Pulver, welches sich bei der chemischen Untersuchung als Eisenkies erwies.

3) Nöggerath sagt (in seinen fortgesetzten Bemerkungen über fossile Baumstämme v. J. 1821. S. 21.): „In dem Dorfe bei Schwarzenbruch, am Bleiberge in der Eifel, ist der Eisenvitriol meist vollkommen ausgebildet im Torfe vorhanden, doch hat dabei die Schwefelkiesbildung örtlich ihren Anfang genommen."

4) Sandberger theilt in seiner „Geologischen Beschreibung von Baden (S. 49.) mit, dass hinter dem Badener Conversationshause auf den Klüften eines feldspathigen Schiefers sich noch fortwährend Eisenkies aus schwefelsaurem Eisenoxydul dadurch erzeuge, dass das letztere durch Algen desoxydirt werde."

5) Dass in den Torflagern der verschiedensten Gegenden (so namentlich bei Kamnig und Tischendorf in Oberschlesien, bei Torgau, bei Tölau unweit Halle etc.) zahlreiche Eisenkiese vorkommen, sich noch fort und fort erzeugen und dann durch ihre Oxydation Eisenvitriol bilden, welcher am Ende durch Desoxydation wieder zu Schwefelkies wird, — ist allgemein bekannt. Ich selbst habe eine schöne Eisenkiesbildung

aus Eisenvitriol in einem verkohlten Baumstamme beobachtet, welchen man aus amorphen Torfe — 10 Fuss tief unter der Oberfläche eines Torfmoores im Werrathale — herausgezogen hatte.

§. 52. **Die Arten des Schwefelkupfers.**

a. Im Allgemeinen. — Das Kupfer bildet in der Natur mit dem Schwefel allein zwei Schwefelerze, nämlich den Kupferindig ($Cu\,S$) und den Kupferglanz ($Cu^2\,S$). Jede dieser beiden Schwefelkupferarten kommt entweder für sich allein oder in chemischer Verbindung mit Schwefeleisen, sei es Eisensulfuret ($Fe\,S$) oder Eisensesquisulfuret ($Fe^2\,S^3$) vor und bildet hierdurch zwei neue Schwefelkupfererze, nämlich den Kupferkies ($Cu\,S$, $Fe\,S$ oder $Cu^2\,S$, $Fe^2\,S^3$) und Buntkupferkies ($n\,Cu^2\,S$, $Fe\,S$ und $2\,Cu^2\,S$, $Fe^2\,S^3$). Der Kupferkies endlich verbindet sich in verschiedener Menge mit Schwefelsilber und Schwefelantimon oder Schwefelarsen, wozu auch wohl noch etwas Schwefelzink und Schwefelquecksilber tritt, und stellt hierdurch die verschiedenen Arten des Fahlerzes dar. Alle diese Arten des Schwefelkupfers sind charakterisirt durch ihr Verhalten vor dem Löthrohr und die Farbe ihrer Lösungen:

Vor dem Löthrohre für sich allein in der äusseren Flamme erhitzt färben sie dieselbe — namentlich beim Befeuchten mit Salzsäure — smaragdgrün. Mit Borax oder Phosphorsalz auf Platindraht erhitzt geben sie in der Oxydationsflamme ein in der Hitze grünes und beim Abkühlen blaues Glas, in der Reductionsflamme aber ein beim Erstarren undurchsichtig werdendes Glas. Mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme erhitzt geben sie ein metallisches Kupferkorn.

In warmer Salpetersäure oder in Königswasser lösen sie sich unter Abscheidung von Schwefel (und auch wohl Antimon oder Arsen) mit blauer oder blaugrüner Farbe. Ihre Lösungen werden mit Ammoniak im Ueberschuss schön lasurblau; ein blankes Eisenstäbchen zieht aus ihnen Kupfer.

Metallisch stahlgrau, stahlblau, bleigrau, messinggelb, buntangelaufen. — Härte = 2—4; Spec. Gew. = 4,1—5,5.

b. Unterscheidung und Beschreibung der Arten: Von den verschiedenen Schwefelkupfererzen sind folgende die häufigsten:

I. Kupfererze mit metallischen Habitus

a. Stahlgraue, schwärzlichbleigraue bis schwarze, äusserlich oft bläulich angelaufene, Kupfererze:

1) Vor dem Löthrohr auf der Kohle erhitzt stark rauchend, dabei auch oft knoblauchartig (nach Arsen) riechend, die Kohle mit einem weissen, leicht vertreiblichen Beschlag bedeckend, und leicht zu einer Kugel schmel-

zend. In Salpetersäure unter Absatz von weissem Antimonoxyd (oder Arsensäure) löslich: . . Fahlerz.

2) Vor dem Löthrohr auf der Kohle schwefelige Säure entwickelnd, aber keinen Beschlag gebend und zu einer stark spritzenden Kugel schmelzend. Im Kolben kein Sublimat gebend, höchstens etwas Schwefel absetzend. In warmer Salpetersäure unter Absatz von Schwefel löslich: Kupferg

b. Messinggelbe oder bräunlich kupferrothe, äusserlich oft bunt angelaufene Erze. Vor dem Löthrohr auf der Kohle schwarz werdend und zu einer stahlgrauen magnetischen Kugel schmelzend:

1) Messinggelb; im Ritze grünlichschwarz. Härte = 3,5—4; spec. Gew. = 4,1—4,3; . . . Kupferk

2) Bräunlichkupferroth, an der Oberfläche meist bunt, blau und roth angelaufen; im Ritze schwarz. Härte = 3; spec. Gew. = 49,—5: Buntku

II. Kupfererze ohne metallischem Habitus, dunkelindigblau; im Ritze schwarz und fettig glänzend. Härte = 1,5—2; spec. Gew. = 3,8—3,85. Für sich mit blauer Flamme brennend: . . Kupferi

Unter diesen Kupfererzen erscheinen nun für die Umwand Felsarten am wichtigsten:

1) **Kupferglanz**. (Kupferglas, Cuivre sulfuré, Sulphuret of Rhombische, meist an den schmalen Seitenflächen zugeschärfte, T kurze Säulen, welche entweder einzeln aufgewachsen oder zu D einander verbunden sind, oft auch in sich durchkreuzenden Z ferner fein eingesprengt oder derb; auch in Platten und Knollen bisweilen lagenweise in Gesteinen eingewachsen erscheinen; end als Vererzungsmittel von Thier- und Pflanzenresten. Bemerkens scheint es übrigens, dass der künstliche Kupferglanz, welchen m Zusammenschmelzen von 2 Cu und 1 S erhält, oder auch der nach dem Schmelzen, in regulären Octaëdern anschiesst. — Er is kommen spaltbar; im Bruche muschelig bis uneben. Cohärenz s sich vom Messer fast spähneln lassend. Härte = 2,5—3; spec. 5,5—5,8. Mit metallischem Habitus; schwärzlich bleigrau ode stahlgrau; äusserlich nur wenig, im Ritze aber stark glänzend. — Löthrohre auf der Kohle zu einer stark spritzenden Kugel schmel dabei schwefelige Säure entwickelnd; im Glasrohre als Pulver erhitzt ebenfalls schwefelige Säure ausstossend und sich dabei in K umwandelnd. Mit Soda in der Reductionsflamme erhitzt ein m

Kupferkorn gebend. — In erwärmter Salpetersäure unter Absatz von Schwefel sich leicht zu blauer Flüssigkeit lösend.

Chemischer Bestand: Der Kupferglanz ist eine Verbindung von 1 Atom Schwefel und 2 Atom Kupfer, also Kupfersulfuret Cu^2, S, und besteht demnach im reinen Zustande aus 20,14 Schwefel und 19,86 Kupfer. Ausserdem enthält er bisweilen etwas Eisen oder auch mechanisch beigemischten Kupferkies.

Anhang: Dem Kupferglanz verwandt ist der Kupferindig (Covellin), welcher dunkelindigblau, im Ritze schwarz und schwach fettig glänzend ist; sich leicht vom Fingernagel ritzen lässt (H = 1,5—2) und ein specifisches Gewicht = 3,8—3,85 besitzt. Er ist Kupferbisulfuret (Cu S) und besteht demnach aus 33,52 Schwefel und 66,48 Kupfer, wozu oft noch etwas Eisen oder auch wohl Blei kommt.

2) **Kupferkies** (Cuivre pyriteu, Copper-Pyretes). Meist kleine, dabei oft auch verzerrte, tetragonale Krystallformen, unter denen sich namentlich Sphenoïde bemerklich machen; am häufigsten in derben Massen oder eingesprengt in der Masse von Felsarten; endlich auch wohl in Knollen und Platten. Der Bruch muschelig bis uneben; Cohärenz etwas spröde; Härte = 3,5—4; spec. Gewicht = 4,1—4,3. — Messinggelb (ins Grünliche) oder goldgelb, äusserlich aber oft roth-, grün- und blaumetallisch, — ähnlich einem Taubenhalse — angelaufen; metallisch glänzend; im Ritze grünlich-schwarz. — Vor dem Löthrohre auf der Kohle in Splittern zerknisternd, in grösseren Stücken aber zuerst schwarz, dann durch Oxydation braunroth werdend, endlich leicht unter Aufwallen zu einer stahlgrauen, spröden, magnetischen Kugel schmelzend. Im Glaskolben decrepitirend, an der Oberfläche bronzefarbig werdend und bisweilen auch Schwefel sublimirend. — In Königswasser leicht, in Salpetersäure schwer unter Abscheidung von Schwefel zu einer grünblauen Flüssigkeit löslich.

Chemischer Gehalt. Der Kupferkies ist nach Rammelberg eine Verbindung von 1 Atom Kupferbisulfuret und 1 Atom Eisensulfuret (Cu S, Fe S) oder von 1 Atom Kupfersulfuret und 1 Atom Eisensesquisulfuret (Cu^2 S, Fe^2 S^3) und besteht demnach aus 34,89 Schwefel, 34,59 Kupfer und 30,52 Eisen.

Anhang: Der Buntkupferkies (Buntkupfererz, Cuivre pyriteu hepatique, Purple Copper) ist ein Verwandter des Kupferkieses. Er krystallisirt in tesseralen Formen, kommt aber viel häufiger derb oder fein eingesprengt, oder in Platten oder auch als Anflug vor; ist eigentlich bräunlichkupferroth (tombackfarbig), meist aber äusserlich lebhaft buntfarbig angelaufen; Härte = 3; specifisches Gewicht = 4,9—5,1. — V. d. L. wie Kupferkies. — Löst sich unter Abscheidung von Schwefel schon in Salzsäure. Seine chemische Zusammensetzung

ist schwankend, so dass sein Kupfergehalt zwischen 56 und 71 pCt., und sein Eisengehalt zwischen 17 und 6,4 pCt. steht. — Vielleicht ist er entweder als ein Gemenge von Kupferkies mit Kupferglanz oder als ein Kupferkies zu betrachten, welcher einen Theil seines Schwefeleisens verloren hat. Rammelsberg hält ihn (a. a. O. S. 118.) nach einer Vergleichung zahlreicher Analysen für eine isomorphe Mischung von $\acute{Cu}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ und $\acute{Cu}^n \acute{Fe}$.

c. Verwitterung und Umwandlung. Der Kupferglanz kann an trockenen Orten lange den Angriffen des Sauerstoffs widerstehen, an feuchten Orten dagegen wird er allmählig von Aussen nach Innen oxydirt und in schwefelsaures Kupferoxyd d. i. Kupfervitriol umgewandelt. Der Kupferkies und sein Verwandter, der Buntkupferkies, dagegen verwittern vermöge ihres Eisengehaltes zumal an feuchten Orten viel rascher. Durch Anziehung von Sauerstoff entstehen zuerst an ihrer Oberfläche jene schön metallisch blau, roth, grün und gelb spielenden Farben, welche lebhaft an das Farbenspiel am Gefieder eines Taubenhalses oder Pfauenschweifes erinnern und den Beginn der Oxydation des Eisen- und Kupfergehaltes andeuten — (wie man deutlich beobachten kann, wenn man eine reine neue Kupfermünze etwas in einer Spiritusflamme erhitzt und dann der Luft aussetzt) —; dann aber bildet sich eine zuerst unreingelbgrüne, zuletzt blaugrüne Haut, welche an der Zunge den widerlich zusammenziehenden Geschmack des Kupfervitriols zeigt und aus einem Gemische von Eisenvitriol (SO^3, FeO) und Kupfervitriol (SO^3, CuO) besteht.

Feuchtigkeit oder Regen löst diese Haut ab und an der blosgelegten Oberfläche entsteht bald wieder eine neue. Auf diese Weise wird die Masse des Kupferkieses allmählig immer weiter nach Innen zu in die eben genannten beiden Metallsalze umgewandelt. Wenn man nun aber das Gemisch dieser beiden Salze chemisch untersucht, so findet man in demselben immer weit weniger Eisenvitriol, als nach dem Gehalte an Eisensulfuret im frischen Kupferkiese vorhanden sein müsste. Man muss deshalb annehmen, dass entweder von dem ursprünglich in der Mischung vorhandenen Eisenvitriole eine Quantität verschwunden, oder überhaupt in dem Kupferkiese schon vom Beginne seiner Vitriolescirung an das Schwefeleisen schneller als das Schwefelkupfer in Eisenvitriol umgewandelt und ausgelaugt worden ist. Für beide Processe sprechen Thatsachen. Die Ausscheidung des Eisenvitrioles aus dem schon vorhandenen Kupfervitriolgemische ist sehr leicht möglich, da der Eisenvitriol an der Luft sich rasch in schwefelsaures Eisenoxydhydrat umwandelt, welches schwer löslich ist und sich darum aus der Kupfervitriollösung ausscheidet, so dass diese um so reiner von Eisenvitriol wird, je weiter sie sich von ihrer Ursprungsstelle entfernt. Man kann dies beobachten, wenn man eine aus Kupfer-

und Eisenvitriol gemischte Lösung auf eine etwas weniges geneigte Glasplatte schüttet und dieselbe sich recht auf derselben ausbreiten lässt. Aber man findet schon in dem, noch an Ort und Stelle seiner Bildung befindlichen, Kupfervitriolgemische weit weniger Eisenvitriol als darin sein müsste. Diese Thatsache spricht mehr dafür, dass schon aus dem ursprünglichen Kupferkiese das Schwefeleisen früher als das Schwefelkupfer oxydirt und als Eisenvitriol zum Theil ausgelaugt worden ist. In der That zeigen auch bunt angelaufene, eben in der Oxydation begriffene Kupferkiese in ihrer äusseren Lage weniger Schwefeleisen als in ihrem noch frischen Innern und unter dem Vergrösserungsglase unzählige feine Risse und Poren, — doch wohl die leeren Stellen, welche durch Entfernung des Schwefeleisens entstanden sind. — Ausserdem lehrt auch die Erfahrung, dass Kupferkies einerseits sich in Kupferglanz und Kupferindig und andererseits in Buntkupferkies verwandelt. Beide Umwandlungen kommen zahlreich vor.

So habe ich selbst aus dem bituminösen Sandsteine, welcher das Liegende des Kupferschiefers in der Zechsteinformation bildet, aus der Gegend von Kupfernsuhla bei Eisenach Terebrateln und Orthisarten, welche mit einer Kupferkiesschale umschlossen sind, die äusserlich wieder bei einigen von einer Kupferglanz-, bei andern aber von einer Buntkupferkieszone umgeben wird. Ebenso beschreibt Sillem (Jahrb. d. Min. 1851 S. 337) Kupferkieskrystalle, welche mit einer Rinde von Kupferglanz überzogen sind; und Websky beobachtete (nach d. Zeitschr. der deut. geol. Gesellschaft Bd. V. S. 425 f.) bei Kupferberg in Schlesien Zersetzungen des Kupferkieses und auch des Buntkupferkieses in Kupferglanz und Kupferindig. Es ist demnach in diesem Falle der Kupferkies

einerseits in Buntkupferkies durch theilweise Entfernung und
andererseits in Kupferglanz durch gänzliche Entfernung des Schwefeleisens

umgewandelt worden. Alles spricht für den oben angeführten Ausspruch, dass bei der Oxydation des Kupferkieses immer zuerst das Schwefeleisen desselben vitriolescirt und ausgelaugt wird.

Nach allem diesen kann also der Kupferkies schon durch Oxydation umgewandelt werden

zunächst durch vorangehende Vitriolescirung seines Schwefeleisengehalts und zwar
a. durch theilweise Entfernung desselben: in Buntkupferkies,
b. durch gänzliche Entfernung desselben: in Kupferglanz und Kupferindig;

sodann durch nachfolgende Vitriolescirung seines Kupfergehalts:
a. in ein Gemisch von Kupfervitriol mit etwas Eisenvitriol

(so namentlich bei rascher Oxydation des Kupfer- und Buntkupferkieses),

b. in reinen Kupfervitriol (so durch Kupferglanz und Kupferindig).

Im Gegensatze zu diesen Umwandlungen des Kupferkieses in Kupferglanz oder Buntkupferkies kommen indessen auch Fälle vor, in denen einerseits Kupferkies ganz oder theilweise in Eisenkies und andererseits Kupferglanz in Kupferkies umgewandelt erscheint, in denen also im ersten Falle aus dem Kupferkiese das Schwefelkupfer durch Oxydation entfernt und im zweiten Falle dem Schwefelkupfer Schwefeleisen durch Desoxydation von Eisenvitriol zugeführt worden ist. So beschreibt Breithaupt (Paragenesis S. 29) einen Eisenkies von der Grube Himmelfahrt bei Freiberg, welcher eine Pseudomorphose nach Kupferkies bildete und noch mit einer zarten Kupferkiesrinde — dem letzten Ueberreste des ehemaligen Kupferkieskrystalles — bedeckt war. Ferner erwähnt Blum (Nachtrag II. S. 75) Eisenkieskrystalle inmitten veränderter Kupferkrystalle und (Pseudomorphosen S. 40) Umwandlungen von Kupferglanz in Buntkupferkies. Endlich fand Haidinger auf der Oberfläche pseudomorpher Buntkupfererzkrystalle nach Kupferglanz eine Schicht von Kupferkies.

Bemerkung: Wenn aus dem Kupferkies das Schwefeleisen herausvitriolescirt, so ist dies leicht zu erklären, da Schwefeleisen wegen der grossen Verwandtschaft seines Eisens zum Sauerstoff sich stets schneller oxydirt als das Schwefelkupfer, ja sogar den Sauerstoff so lange in seinem Wirken von dem letzteren abzieht, als es selbst noch welchen zu seiner Vitriolescirung braucht. Es wirkt in dieser Beziehung ganz ähnlich, wie das Zink am Kupferbeschlage der Schiffe, wenn dieser Vergleich gebraucht werden darf. Unter welchen Verhältnissen aber nun das Schwefelkupfer sich eher des Sauerstoffes bemächtigt und in Folge dessen früher vitriolescirt und aus dem Kupferkies ausgelaugt wird, — das zu erklären scheint mir wenigstens unmöglich. Ich muss daher mit Bischoff bekennen: „Wir müssen uns für jetzt mit der Thatsache . . . . begnügen."

Nicht so schwierig ist die zweite Thatsache zu erklären, nach welcher sich Kupferglanz in Buntkupferkies umwandelt. Zunächst ätzt und wandelt eine Lösung von doppeltschwefelsaurem Eisenoxydul mittelst ihrer überschüssigen Schwefelsäure die Oberfläche von Schwefelkupfer in Kupfervitriol um; sodann aber wird die so entstandene Mischung entweder durch bituminöse Stoffe desoxydirt oder durch Schwefelalkalilösungen entsäuert und durch deren Schwefel in Buntkupferkies umgewandelt.

d) Einfluss der Umwandlungsproducte des Schwefelkupfers auf die Veränderung ihrer Mineralumgebung und umgekehrt.

Ausser den bis jetzt betrachteten Umwandlungen, welche hauptsächlich durch den Sauerstoff herbeigeführt werden, erleiden die Schwefelkupfererze und die durch ihre Oxydation hervorgebrachten Vitriole noch folgende Umwandlungen, sobald diese letzteren im gelösten Zustande mit Carbonaten der Alkalien und alkalischen Erden oder sobald Lösungen von alkalischen Carbonaten und Silicaten mit ihren Massen in Berührung kommen.

1) Malachit-, Lasur-, Eisenspath-, Kupferoxyd- und Gypsbildung aus Kupferglanz und Kupferkies durch kohlensauren Kalk und kohlensaure Alkalien. — Wenn man nach H. Rose (Poggendorffs Annal. Bd. LXXXIV. S. 366 ff.) eine Mischung von gleichen Atomen krystallisirten schwefelsauren Kupferoxydes und krystallisirten kohlensauren Natrons in 60 Theilen kalten Wassers löst, so erhält man schwefelsaures Natron, was im Wasser gelöst bleibt, und kohlensaures Kupferoxydhydrat, welches anfangs blau, später aber grünlich wird und in seiner Zusammensetzung dem Malachit sehr nahe steht, indem es aus 70,90 Kupferoxyd, 19,46 Kohlensäure und 9,64 Wasser besteht, während der Malachit 71,87 Kupferoxyd, 19,96 Kohlensäure und 8,17 Wasser enthält. — Ein ganz ähnliches Resultat erhält man, wenn man eine recht verdünnte Kupfervitriollösung mit einer Lösung von doppelkohlensaurem Kalk mischt. In der Natur findet dasselbe statt, wie mir zahlreiche Beobachtungen in der an Kupferkies und Kupferglang reichen unteren Zechsteinformation am nordwestlichen Thüringerwalde und bei Riechelsdorf in Kurhessen gelehrt haben:

a) Bei Epichnellen und Kupfersuhla am Südrande des Gebirges ist die Zechsteinformation stark und namentlich mit ihren unteren Gliedern, dem Grau- oder Weissliegenden, Kupferschiefer und bituminösen Kalksteine, sehr normal entwickelt. Der Kupferschiefer und noch mehr der bituminös mergelige Sandstein des Grauliegenden sind theils von feinzertheiltem, theils von plattenförmigem Kupferglanz und Kupferkies mehr oder weniger durchzogen. Bemerkenswerth erscheint hierbei, dass sich diese Erze am meisten in der nächsten Umgebung der Fischabdrücke und Pflanzenreste finden, ja in dem grauen Sandsteine in dem Grade an Menge zunehmen, wie die Zahl der „kleinen Muscheln" (nach dem Ausspruche der Bergleute, Spirifer, Terebratula und namentlich Orthis) wächst, und dann um diese letzteren herum 1—3 Linien dicke Zonen bilden, welche nun bald nur aus Kupferkies, bald nur aus Kupferglanz, bald auch zugleich aus einer inneren Kupferkies- und einer äusseren Kupferglanzschale bestehen. Diese eigenthümliche Concentration der Kupfererze um die organischen Reste des Sandsteines deutet doch offenbar darauf hin, dass diese Schwefelerze dereinst einmal flüssige Vitriole waren, welche eben durch die in Fäulniss befindlichen Thierreste desoxydirt und in Schwefelmetalle umgewandelt worden sind. Noch mehr wird aber diese Ansicht bestätigt durch die Entfärbung des bituminösen Bindemittels in diesen Sandsteinen. In dem Grade nämlich, wie die Schwefelkupfererze an Menge in dem von Natur dunkelgrau gefärbten Sandsteine zunehmen, verschwindet der Bitumengehalt des letzteren, so dass er zu sogenanntem Weissliegenden wird. Offenbar ist diese Entfärbung doch nur dadurch hervorgerufen worden, dass sein Bitumen sich durch Desoxydirung der ihn durchdringenden Kupfervitriollösungen in

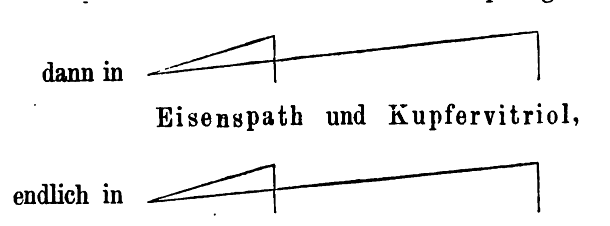
flüchtige Kohlensäure umwandelte; denn wo diese Sandsteine keine Kupfererze enthalten, sind sie auch noch bitumenreich und dunkelrauchgrau und viel härter in ihrem Innern, vorausgesetzt, dass sie nicht mit der, ihr Bitumen ebenfalls oxydirenden, atmosphärischen Luft in Berührung stehen.

Da, wo nun sowohl die Kupferschiefer wie die Sandsteine von Rissen und Spalten durchzogen sind, — und dies ist in ihren oberen Lagen überall der Fall —, oder wo ihre erzführenden Lagen mit der äusseren Luft in Berührung stehen, erscheinen einerseits die Schwefelkupfererze in kohlensaures Kupferoxydhydrat umgewandelt, welches bald erdige, bald strahlig krystallinische Ueberzüge auf und in den Sandsteinen, bald auch — namentlich in den Spalten der letzteren — kleine getropfte Massen oder geflossene Ueberzüge — (ein Beweis, dass das kohlensaure Kupferoxyd in kohlensaurem Wasser löslich ist) — bildet, und andererseits die Sandsteine mehr oder minder mürbe und so kalkarm, dass sie meist kaum noch mit Säuren aufbrausen. Diese sämmtlichen Erscheinungen lassen sich nur durch folgenden Process erklären: Der Sauerstoff der Atmosphäre wandelte die Schwefelerze in Vitriole um; die Feuchtigkeit aber löste nun diese letzteren auf und brachte sie dadurch in innige Berührung mit dem kohlensauren Kalke der Sandsteine. Dieser tauschte mit den Vitriolen die Säure aus und so entstand einerseits kohlensaures Kupferoxydhydrat, welches sich absetzte, und andererseits schwefelsaures Kalkerdehydrat, welches entweder vom Wasser ausgelaugt wurde oder sich in den Gängen und Spalten allmählig absetzte und so die Veranlassung zur Anhydritbildung gab, wie man sie z. B. in Riechelsdorf deutlich entwickelt findet. So ist der Process, wenn namentlich der Kupferglanz sich unter dem Einflusse von Sauerstoff und alkalischen Carbonaten umwandelt. In mancher Beziehung anders aber erscheint er bei der Umwandlung des Kupferkieses und Buntkupfererzes. Bei diesen beiden Erzen, welche Schwefeleisen enthalten, geht, wie auch oben schon angedeutet worden ist, der Umwandlungsprocess zunächst von dem Schwefeleisen aus. Dies wird hiernach ähnlich wie der Eisenkies zuerst durch den Sauerstoff in Eisenvitriol, dann durch kohlensauren Kalk in kohlensaures Eisenoxydulhydrat (Eisenspath) und endlich wieder durch Sauerstoff in Eisenoxydhydrat, d. i. in Eisenocker umgewandelt. Geht nun dieser ganze Umwandlungsprocess innerhalb einer derben Kupferkiesmasse durch herbeigefluthete Lösungen von doppeltkohlensaurem Kalk vor sich, so zeigt sich dieselbe durchzogen von Eisenockeradern und Flecken und dann nach Entfernung derselben an den Wänden der dadurch entstehenden Risse und Spalten mit einer Haut von Kupferindig oder Kupferglanz, — dem Ueberreste von dem seines Schwefeleisens beraubten Kupferkiese, — bedeckt. Wird dagegen der sich bildende Eisenvitriol aus der Kupferkiesmasse durch Wasser ausgefluthet und kommt nun mit der kalkigen Masse seiner Sandsteinumgebung in Berührung, so ent-

steht nach der oben angegebenen Weise Gyps, welcher ausgewaschen wird, und kohlensaures Eisenoxydul, welches sich fein zertheilt in dem Sandsteine an die Stelle des verschwundenen Kalkes setzt, und dann Eisenocker, welcher nun die Sandsteinmasse ockergelb färbt, wie man an den kupferkieshaltigen Sandsteinen des Weissliegenden überall sehen kann. Die nach Entfernung ihres Schwefeleisens noch übrige Schwefelkupfermasse wird dann endlich ebenfalls in kohlensaures Kupferoxydhydrat umgewandelt, so dass nun die ganze Sandsteinmasse des Weissliegenden ockergelb, grün und blau gefärbt erscheint.

Nach dem zuletzt Mitgetheilten wird demnach der Kupferkies durch den Einfluss von Sauerstoff und kohlensaurem Kalk

zuerst in: Eisenvitriol und Kupferglanz,



dann in

Eisenspath und Kupfervitriol,

endlich in

Eisenocker und Malachit oder Lasur

umgewandelt.

2) Es kommen indessen auch Fälle vor, in denen eine derbe Kupferkiesmasse ganz oder theilweise umgewandelt erscheint in Kupferindig, Malachit, Eisenocker, Ziegelerz, Kupferschwärze und gediegen Kupfer. So besitze ich ein derbes Stück Kupferkies aus der Gegend von Saalfeld, welches ähnlich einem Conglomerate eine Grundmasse von braunrothem Ziegelerz besitzt, in welchem Kupferkiestrümmer liegen, die von einer Kupferindighaut überzogen und von schön grünem Malachit durchzogen sind. Ebenso kommt am Ebersberge bei Farnrode unweit Eisenach ein bituminöser sehr zäher Kalkstein vor, welcher Knollen von Kupferkies enthält, welche unmittelbar von schön blauer Kupferlasur und putzenweise vertheilter Kupferschwärze bedeckt und dann weiter von einer Eisenspathzone umhüllt sind. — In diesen Vorkommnissen erscheint aber der Kupferkies auch theilweise umgewandelt in Rothkupfererz und in gediegen Kupfer. Diese Umwandlung ist jedenfalls durch Bitumen oder sonstige organische Zersetzungsproducte dadurch hervorgerufen worden, dass diese letzteren dem Kupferoxyd des Malachites Sauerstoff entzogen und es in Rothkupfererz, welches sich nun mit dem vorhandenen Eisenocker zu Ziegelerz mischte, im zweiten Falle aber (d. h. durch gänzliche Desoxydation) in gediegenes Kupfer umwandelten. An den halbfauligen Grubenzimmerungen längst verlassener Stollen im Kupferschiefer kann man diese Bildung von Roth- und gediegenem Kupfererz oft beobachten.

b. In dem dunkelrauchgrauen Kalksteine des eben genannten Ebersberges kommen sehr viel Petrefacten des Zechsteins vor, so namentlich Schizodus Schlotheimii, Terebratula elongata und Mytilus Hausmanni. Die meisten dieser Muscheln haben eine Schale von schönkrystallinischer Kupferlasur, während ihre ursprüngliche Kalkschale verschwunden ist; bisweilen trifft man aber auch welche, deren Schale aus Kupferkies besteht, ja ich habe selbst schon eine Terebratula gefunden, deren Inneres mit Kupferkies ausgefüllt war. Da nun fast jede jener mit Lasur überrindeten Muscheln mit einer bald grösseren, bald kleineren Eisenspathzone umgeben ist, so ist es offenbar, dass sowohl die Lasur wie der Eisenspath aus der Umwandlung des Kupferkieses entstanden ist und dass der kohlensaure Kalk der Muschelschalen von jenen oben genannten Versteinerungen das Bildungsmaterial für diese beiden Carbonate geliefert hat. In demselben Kalke aber kommen auch noch Putzen von schöngrünem, krystallinisch strahligem Malachit vor, indessen stets an ganz versteinerungsfreien Stellen. Da ich nun auch ganz dieselben Erscheinungen in dem grauen Sandsteine des Grauliegenden bei Kupfernsuhla und im Kupferschiefer bei Richelsdorf beobachtete, so kam ich auf den Gedanken, ob nicht vielleicht thierische Fäulniss-Materie (thierischer Leim oder sonst eine stickstoffhaltige Substanz — z. B. kohlensaures Ammoniak —) bei der Bildung von Lasur aus Kupfervitriol thätig gewesen sein könne. Ich mischte deshalb zerpulverte Schneckenschalen, deren Bewohner ich sorgfältig entfernt hatte, mit einer verdünnten Lösung von Kupfervitriol und setzte diese Mischung verdeckt an einen dunkeln Ort. Nach Ablauf einiger Tage entwickelten sich übelriechende Gasblasen und nach acht Tagen zeigte sich ein schön blauer Bodensatz, welcher tüchtig mit Wasser ausgewaschen wurde und sich bei der chemischen Untersuchung der wahren Kupferlasur ganz ähnlich zeigte und sich an der Luft auch erst nach längerer Zeit grün färbte. Da ich dieses Resultat stets erhielt, wenn ich den obigen Versuch mit Muschelschalen wiederholte, so möchte ich fast die Ansicht aussprechen, dass aus dem Kupfervitriol Lasur wird, sobald kohlensaurer Kalk mit flüchtigen thierischen Zersetzungsproducten auf denselben einwirkt, dagegen Malachit entsteht, wenn reiner kohlensaurer Kalk mit ihm die Säuren tauscht. Auf mannichfache Weise angestellte Versuche und Beobachtungen müssen jedoch erst noch diese Ansicht zur weiteren Bestätigung führen.

Nach allem oben Mitgetheilten übt also der kohlensaure Kalk und das Bitumen in den unteren Gliedern der Zechsteinformation einen grossen Einfluss auf die Umwandlung der in diesen Gliedern vorhandenen Schwefelkupfererze aus. Nicht minder aber wirken umgekehrt auch wieder die Umwandlungsproducte dieser Erze, so vor allen die Kupfer- und Eisenvitriole, in vielfacher Beziehung auf Kalk verändernd ein. Die mergeligen und bitu-

minösen Conglomerate und Sandsteine, sowie die sie überlagernden bituminösen Mergelschieferstraten werden mehr oder minder ihres Kalkes beraubt und auch mit Malachit und Kupferlasur durchzogen, so dass nun aus diesen mergeligen Gebilden mehr oder minder eisenschüssige, ockergelbe oder rothbraune, von Malachit grün gefleckte und geaderte, Gesteine entstehen, während die Schwefelsäure jener Vitriole aus ihrem geraubten Kalk mehr oder minder mächtige Stöcke und Lager von Gyps und Anhydrit bildet, welche jene Gebilde über- oder umlagern. Diese Veränderungen kann man in dem Gebiete jeder Zechsteinformation, in Thüringen, in Hessen, am Harze, am grossartigsten aber in dem westlich vom Ural gelegenen Gouvernement Perm beobachten. In diesem besteht die untere Abtheilung der permischen Formation nach Murchisons trefflichem Werke (The Geology of Russia 1845) aus mächtig entwickelten braunen, grauen und rothen Sandsteinen im fortwährenden Wechsel mit ebenso gefärbten Conglomeraten, Thonmergeln, Muschelschiefern und Kalksteinen nebst mächtig entwickelten Gypsstöcken. In den unteren rothbraunen Sandsteinen und Conglomeraten befinden sich zahllose Knollen, Lagen und Nester von Kupfererzen, namentlich von Malachit und Kupferlasur, welche hauptsächlich in der allernächsten Umgebung von fossilen Holzstämmen, die in unendlicher Menge in dem unteren Sandstein eingebettet liegen, oder auch an diesen Stämmen selbst auftreten und in einer gewissen Beziehung zu diesen stehen. Nach Murchison's Ansicht stammen alle diese Erze vom kupferreichen Ural und wurden während der Bildungsperiode der permischen Formation als im Wasser gelöste Salze sammt den Pflanzenresten, denen sie anhängen, durch die aus diesem Gebirge kommenden Flüsse dem Bildungssee der permischen Formation zugeleitet.

3) In der permischen Formation Russlands kommen auch sehr oft Saurierknochen vor, welche schön grün gefärbt sind und zum Theil aus phosphorsaurem Kupferoxyd oder Phosphorchalcit (69 CuO, 25 PO^5 + HO) bestehen. Jedenfalls ist dieses Kupfersalz durch Kupfervitriol entstanden, welcher flüssig mit jenen Knochen in Berührung kam und nun mit dem phosphorsauren Kalke derselben die Säuren tauschte.

4) Bei Richelsdorf in Kurhessen (und auch bei Schweina am Südrande des Thüringer Waldes) bemerkt man auf den Kobaltgängen, namentlich auf Klüften derselben in Gesellschaft von Malachit, Kobaltblüthe und Pharmakolith oft kleine nierenförmige, strahlig blättrige Aggregate von blaugrüner oder blauer Farbe. Dieselben bestehen aus arsensaurem Kupferoxydhydrat oder Kupferschaum und bilden sich, wenn in kohlensaurem Wasser gelöster Malachit mit Pharmakolith (arsensaurem Kalke) in Berührung tritt.

5) Endlich theilt Websky (Zeitschr. der deut. geolog. Gesellschaft Bd. V. S. 425 fl.) mit, dass auf dem Schwarz-Adler-Gange bei Kupferberg

in Schlesien sowohl der Kupferkies, wie das derbe Buntkupfererz in Kup pecherz (ein Gemenge von kieselsaurem Kupferoxydhydrat und kieselsau Eisenoxydhydrat), aber auch in dichtes, grünes, splittriges Kieselku umgewandelt erscheinen. Diese Umwandlung wird höchst wahrschei nur dadurch hervorgebracht, dass die Vitriollösungen der ebengenan Kupfererze mit Lösungen von kieselsauren Alkalien, (welche aus der setzung des die Gänge einschliessenden Diorites entstanden), in Berüh kamen und die Säuren tauschten. — In diesen Gängen kommt auch lachit vor, welcher mit Schalen von Kieselkupfer wechselt.

c) Associationen und Vorkommen. Die im Vorigen angeg nen Umwandlungsproducte bilden den näheren Associationskreis der Schw kupfererze. Viele von ihnen, so namentlich die Carbonate des Kupferox fehlen fast nie, wo ihre Stammmineralien auftreten; andere, wie das p phorsaure, arsensaure und kieselsaure Kupferoxyd, treten nur unter stimmten, oben schon erwähnten Bedingungen auf. Die vollständige I dieser Umwandlungsverwandten ist schon früher auf der Associations der Kupfererze im §. 50 angegeben worden; auf dieser Tafel bemerkt auch, mit welchen anderen Erzmineralien die Kupfererze noch weiter a ciirt vorkommen können; wenn man annimmt, dass Kupferglanz Kupferkies Abkömmlinge des Fahlerzes sind.

Ausser mit diesen Erzgenossen aber kommen die Schwefelkupfe noch mit mehreren anderen nicht metallischen Mineralien vor, den wei oder mittelbaren Associationskreis desselben bildend. Zu diesen entfern Associirten gehören nun namentlich auf Gängen und Lagern die s früher erwähnten gewöhnlichen Gangbildner: Quarz, Kalk-, Baryt- Flussspath, also dieselben Gangmineralien, die auch den Eisenkies begl und bei der Beschreibung desselben als Zersetzungsmaterialien namen der Hornblende-, Augit- und Magnesiaglimmer haltigen Felsarten ang ben wurden. Da man in der That auch die sämmtlichen Schwefelku erze vorherrschend in den augit-, hornblende- und magnesiaglimmerrei Felsarten, so im Thonschiefer, Magnesiaglimmergneiss, Diorit, Diabas eingesprengt oder eingewachsen findet, so dürfte man wohl die Amphi Augit- und Magnesiaglimmergesteine als den ursprünglichen Stamm dieser Erze betrachten und hiernach für dieselben zweierlei Wohnsitze nehmen, nämlich:

1) primitive, welche von den eben genannten Felsarten gebi werden, und
2) secundäre, in welche sie nach der Zerstörung ihrer Ursitze nach ihrer Oxydation als Vitriole gelangt und in denen sie d wieder durch verkohlende Organismenreste desoxydirt und Schwefelmetalle regenerirt worden sind. Zu diesen Wohnsitzen Schwefelkupfererze gehören nun ausser den Gängen namentlich

Ablagerungen der bituminösen Conglomerate, Sandsteine, Schieferthone, Mergelschiefer und Kalksteine z. B. in der Zechsteinformation.

§. 53. Der Bleiglanz.

a. Wie man auf der Associotionentafel der Bleierze im §. 50 bemerken kann, so bildet das Blei nicht blos mit dem Schwefel allein, sondern auch mit anderen theils positiv electrischen, theils negativ electrischen Schwefelmetallen eine sehr grosse und schön gegliederte Reihe von Schwefelmetallen. Nach jener Uebersicht bildet

Blei mit dem Schwefel allein den Bleiglanz; dann aber

1) Schwefelblei mit Schwefelantimon (SbS^3):

a. $PbS + SbS^3$ . . . den Zinckenit (nebst Kilbrickenit und Steinmannit),
b. $2 PbS + SbS^3$ . . . den Heteromorphit,
c. $3 PbS + SbS^3$ . . . den Boulangerit,
d. $3 PbS + 2 SbS^3$ . . den Jamesonit,
e. $4 PbS + 3 SbS^3$ . . den Plagionit,
f. $5 PbS + SbS^3$ . . den Geokronit;

2) Schwefelblei mit Schwefelantimon und Schwefelkupfer:
$4 PbS + 2 Cu^2S + SbS^3$ . . den Bournonit;

3) Schwefelblei mit Schwefelkupfer:
$2 PbS + Cu^2S$ . . . . . . den Kupferbleiglanz;

4) Schwefelblei mit Schwefelantimon und Schwefelantimonsilber:
$3 PbS, SbS^3 + 2 AgS, SbS^3$ . . das Schilfglaserz;

5) Schwefelwismutblei mit Schwefelwismutkupfer:
$4 PbS, BiS^3 + 2 Cu^2S, BiS^3$ . . das Nadelerz.

b. Specielle Beschreibung des Bleiglanzes. Allein unter allen diesen, zum Theil sehr seltenen, Bleierzen verdient hier nur der Bleiglanz wegen seiner grossen Verbreitung und seines Verhaltens zur Felsartenbildung eine nähere Beschreibung.

Der Bleiglanz (Plomb sulfuré, Sulphuret of Lead) krystallisirt in tesseralen Formen, vorherrschend in Würfeln, welche sich sehr vollkommen in lauter kleine Hexaëder spalten lassen, in Octaëdern und Rhombendodekaëdern, findet sich ausserdem in kleinen Körnern eingesprengt und eingewachsen und bildet sehr häufig auch gewaltige, grosskörnige, feinkörnige und dichte oder schalige Aggregate.

Die Krystalle erscheinen sehr häufig enteckt und entkantet, oft auch zu Zwillingskrystallen verbunden und zeigen sich namentlich schön entwickelt auf den Ganggesteinen in den oberen Teufen der Gänge einzeln oder in Drusen aufgewachsen. Bisweilen findet man aber auch den Bleiglanz in solchen röhren-, nieren- und traubenförmigen

Gestalten in den Gängen, dass man unwillkürlich an Stalaktitenbildungen erinnert wird.

Die Cohärenz ist milde; die Härte = 2–4, das Gew. = 7,4—7,6. Die Farbe auf frischen Flächen bleigrau mit röthlichem Scheine, auf alten Flächen schwarzgrau; ebenso auf frischen Flächen der stärkste Metallglanz, auf alten Flächen matt. Der Ritz graulichschwarz. — Im Glasrohre erhitzt bildet er schwefelige Säure und weisses schwefelsaures Bleioxyd. Vor dem Löthrohre auf der Kohle erhitzt zerknistert er stark; bei sehr allmähliger Erwärmung aber schmilzt er unter Ausscheidung von reinem Blei, während sich zugleich auf der Kohle ein weisser Beschlag von schwefelsaurem Bleioxyd und innerhalb desselben ein gelber Beschlag von Bleioxyd bildet. In der innern Flamme giebt er mit Soda erhitzt ein Bleikorn, welches beim längeren Erhitzen sich verflüchtigend die Kohle gelb beschlägt und oft auch ein kleines Silberkorn hinterlässt. In Salpetersäure löst er sich bei mässiger Erwärmung ganz auf unter Abscheidung von Schwefel und Entwickelung von gelben Dämpfen, bei starker Erhitzung aber wird er in unlösliches schwefelsaures Bleioxyd umgewandelt. In Königswasser dagegen wird er zu einem unlöslichen Gemische von schwefelsaurem Bleioxyd und Chlorblei. Aus seinen Lösungen zieht ein reines Zinkstäbchen reines Blei in der Form von Krystallblättchen (sogenannter Bleibaum).

Chemischer Bestand: Der Bleiglanz ist in seinem Normalzustande eine Verbindung von 1 At. Blei und 1 At. Schwefel, also Bleisulfuret (PbS) und besteht demnach aus 86,60 Blei und 13,40 Schwefel. Meist enthält er jedoch kleine Mengen von Schwefelsilber und Schwefelzink oder auch etwas Schwefeleisen und Schwefelantimon.

c. Umwandlungen, Associationen und Lagerorte des Bleiglanzes. — In den oberen, klüftigen Teufen von Gängen, oft aber auch in Drusenhöhlen inmitten derber Massen des Bleiglanzes findet man schwefelsaures Bleioxyd oder Bleivitriol, kohlensaures Bleioxyd oder Weissbleierz, ferner Chlorblei im Verband mit phosphorsaurem Bleioxyd (Pyromorphit oder Grünbleierz), endlich molybdänsaures Bleioxyd oder Gelbbleierz und chromsaures Bleioyxd oder Rothbleierz — unter Verhältnissen, dass man annehmen muss, dass Bleiglanz das ursprüngliche Bildungsmittel aller dieser schönen Bleisalze gewesen sein muss, denn abgesehen davon, dass diese Salze meist in der nächsten Umgebung des Bleiglanzes auftreten, findet man auch hie und da Bleiglanzmassen, welche von Aussen nach Innen theilweise in eins dieser Salze umgewandelt erscheinen, so dass noch ein deutlicher Bleiglanzkern vorhanden ist, oder Pseudomorphosen dieser Salze nach Bleiglanz. So habe ich selbst aus dem Rammelsberg bei Goslar Bleiglanzwürfel gesehen, welche ganz in Bleivitriol umgewandelt waren; Blum erwähnt (in Pseudomorphosen S. 183 ff.) Bleiglanz-Cubooctaëder von Markirchen im Elsass, welche entweder hohl und im

Innern mit Krystallen von kohlensaurem Bleioxyd besetzt oder mit einem Gemenge von diesem und Bleiglanz erfüllt sind; Haidinger beschreibt ferner (in Poggendorfs Annal. Bd. XI. S. 369) eine Stufe von Badhilli in der Form von grossen, völlig erkennbaren, oberflächlich rauhen Bleivitriol-Krystallen, welche aus einem körnigen Aggregat von kleinen Weissbleierzkrystallen bestehen; Blum (Pseudomorph. S. 186) und Breithaupt (Paragenesis S. 243) erwähnen nicht nur Pseudomorphosen von Gelbbleierz nach Bleiglanz, sondern auch die Thatsache, dass dieses Bleisalz entweder auf Weissbleierz oder auf Bleiglanz sitzt; G. Rose endlich sagt (Reise nach d. Ural Bd. I. S. 204 ff.), dass das Rothbleierz, welches auf Quarzgängen im Granit bei Beresowsk auftritt, meist auf Bleiglanz sitzt, welcher stets eine zerfressene Oberfläche besitzt und ausser Rothbleierz auch noch stellenweise Weiss-, Grün-, Vanadin- und Vitriolbleierzdecken zeigt.

Alle diese Thatsachen zeigen wohl hinlänglich, dass die eben erwähnten Bleierze aus der Umwandlung des Bleiglanzes entstanden sind. Jedenfalls wurde dieser letztere zuerst durch Anziehung von Sauerstoff in Bleivitriol umgewandelt; aus diesem entstand dann durch den Einfluss von Lösungen doppeltkohlensauren Kalkes oder auch kohlensaurer Alkalien Weissbleierz, welches nun endlich das Material bildete, aus welchem das phosphor-, arsen-, molybdän- und chromsaure Bleioxyd erzeugt wurde. Es können indessen diese letztgenannten Bleisalze auch schon unmittelbar durch Einwirkung von Lösungen phosphor-, arsen-, molybdän- und chromsaurer Alkalien auf dem Bleivitriol entstanden sein, wie mir meine Versuche hierüber gelehrt haben.

Diese sämmtlichen Umwandlungsproducte, zu denen sich auch hie und da noch die durch höhere Oxydation des Bleioxydes im Bleicarbonate erzeugte Mennige gesellt, bilden die näheren Associationsgenossen nicht nur des Bleiglanzes selbst, sondern auch der übrigen ihm verwandten Bleierze, wie man auf der Associationstafel der Bleierze im §. 50 bemerken kann. Da nun aber der Bleiglanz aus der Zertheilung des Bournonits hervorgehen kann, wie Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Bournonit (vgl. Blum Nachtrag II. S. 14) zeigen, so sind auch die übrigen Theilerze dieses letztgenannten Bleierzes, so namentlich Antimonglanz, Plagionit, Zinckenit, Kupferantimonglanz, Fahlerz, Kupfer- und Eisenkies und Eisenspath oft Associirte des Bleiglanzes. Von nichtmetallischen Mineralien aber sind wieder die gewöhnlichen Gangbildner: Quarz, Kalk-, Baryt- und Flussspath auf Gängen und Lagen fast nie fehlende Bleiglanzbegleiter.

Je nach seinem Auftreten in den Felsarten hat man endlich wieder wie bei allen Erzen primitive und secundäre Lagerstätten zu unterscheiden. Auf seinen primären Lagerstätten, welche hauptsächlich von magnesiaglimmer- oder hornblendehaltigen gemengten, krystallinischen Felsarten, so von Gneiss, Urthonschiefer, Granit, Syenit und Diorit, gebildet

werden, zeigt er sich meist einzeln und verhältnissmässig selten in Krystallen oder krystallinischen Körnern eingesprengt oder eingewachsen. Weit häufiger dagegen findet er sich auf seinen secundären Lagerstätten, in welche er entweder schon fix und fertig geschlämmt oder zunächst als Bleivitriol gelangt und dann durch Desoxydation wieder regenerirt worden ist und welche deshalb — wie bei den Kupfererzen — vorherrschend von bituminösen Thonschiefern, Schieferthonen, Mergelschiefern, Kalk- und Sandsteinen der verschiedensten Formationen von der Grauwacke an bis zum Lias hin gebildet werden. In diesen Lagerstätten erscheint er bald in gewaltigen Lager- oder Stockmassen, bald in Knollen, Knoten und Körnern eingewachsen und eingesprengt, bald auch als Anflug. Oft tritt er dann auf weite Strecken hin so constant und in solcher Menge in den Gesteinen eingewachsen auf, dass er als ein wesentlicher Bestandtheil dieser letzteren angesehen werden muss. So enthält z. B. ein zur Buntsandsteinformation gehöriger thoniger Sandstein bei St. Arold unweit Saarbrücken und Commern in Rheinpreussen Bleiglanzkörner in so unzähliger Menge, dass sie zu den wesentlichen Bestandtheilen dieses Sandsteins gerechnet werden müssen. Dieser Bleisandstein bildet bis 40 Fuss mächtige Schichten und liefert in einer einzigen Grube bei Meinerzhagen in einem Jahre 340,000 Ctr. Knotenerz.

Interessante Vorkommnisse des Bleiglanzes finden sich ausserdem noch im Muschelkalke von Tarnowitz in Schlesien; im Dolomite des Bleiberges bei Villach in Kärnthen; in dem Kalkgebirge der Alpujarras an der Sierra Nevada in Spanien, namentlich bei Berga und Gador, wo mehrere Ellen mächtige Bleierzwände in Lehm eingehüllt vorkommen; im Staate Missouri, besonders in Wisconsin, wo der Bleiglanz in Begleitung von Blende und Galmei in eisenschüssigem Lehm, welcher Spalten des Bergkalkes ausfüllt, in so gewaltiger Menge auftritt, dass der Mann täglich 8000 Pfd. Erz gewinnen kann.

§. 54. Die Oxyde des Eisens.

a. Allgemeiner Charakter. Unter den Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoffe treten namentlich zwei, nämlich das Eisensesquioxyd (Fe^2O^3) und das Eisenoxyduloxyd (Fe^3O^4), in so massenhafter Verbreitung in der Erdrinde auf, dass sie nicht blos einen nur selten ganz fehlenden Gemengtheil der meisten Gebirgsarten, sondern auch für sich allein bedeutende Erdrindemassen bilden. Alle die hierher gehörigen Eisenoxyde nun sind durch folgende allgemeine Merkmale charakterisirt:

Sie sind äusserlich glänzend eisenschwarz oder metallisch grauschwarz oder auch matt ockergelb, gelbbraun oder braunroth (kirschroth); als Pulver aber stets, selbst die äusserlich glänzend eisenschwarzen, ockergelb, kirschroth oder matt schwarz; spröde; ihre Härte

im Allgemeinen 4,5—6,5, bisweilen aber auch zerreiblich; das spez. Gewicht = 3, 4—5,2. — Auf der Kohle in der äusseren Flamme erhitzt sind sie höchstens in der Farbe veränderlich, aber nicht reducirbar, und in der innern Flamme schmelzen sie ein wenig, werden schwarz und magnetisch. Mit schmelzendem Borax in der innern Flamme auf Kohle erhitzt geben sie ein helleres oder dunkleres bouteillengrünes Glas. — Als Pulver lösen sie sich in concentrirter Salzsäure zu einer gelb- bis röthlichbraunen Flüssigkeit, in welcher Kaliumeisencyanür einen berlinerblauen, Galläpfeltinctur einen schwarzen und Ammoniak einen gelbbraunen oder unrein grauen Niederschlag erzeugt.

b. Unterscheidung und Beschreibung der Arten.

I. Im Kölbchen erhitzt Wasser ausschwitzend und braunroth werdend; sonst aber beim Ritzen oder Pulverisiren stets ein ockergelbes oder gelbbraunes Pulver gebend. Aeusserlich ockergelb, gelb-, nelken- bis schwarzbraun, seidenglänzend bis matt. — Vor dem Löthrohr in der Oxydflamme braunroth werdend. In Salzsäure löslich . . . . Eisenoxydhydrat.

1) Nadeleisenerz (Göthit): kleine, nadelförmige oder lamellenartige, zu Büscheln, Drusen, Halbkugeln oder traubigen Gestalten verbundene Massen; spröde; Härte = 5,5; Gew. = 3,8—4,2; gelblich- bis röthlichbraun; durchscheinend bis undurchsichtig; diamant- bis seidenglänzend.

2) Lepidokrokit: kleinschuppig in halbkugeligen, traubigen oder nierenförmigen, schuppigfaserigen Aggregaten; auch eingesprengt und als Ueberzug; Härte = 3,5; Gew. 3,7—3,8; gelblich- bis röthlichbraun, nur wenig glänzend; undurchsichtig.

3) Stilpnosiderit (Eisenpecherz): amorph; meist stalaktitisch oder als Ueberzug; mit muscheligem, glattem Bruche; Härte = 4,5 bis 5; Gew. = 3,6—3,8; pech- bis braunschwarz; fettglänzend, undurchsichtig (Fe^2O^3 + 10 HO).

4) Limonit (Raseneisen-, Sumpf- oder Morasterz): derbe, bald sandsteinähnliche, bald schlackig aussehende, poröse, schwammartige,

seltener oolithische oder dichte Massen; auch in schlackigen Knollen oder Klumpen (daher Klump) oder in bohnen- bis erbsenförmigen Körnern (Bohnenerze); endlich in ei- bis kugelförmigen, concentrisch schaligen Aggregaten (Klappersteine). Härte = 1 - 4; Gew. = 2,5—4; ockergelb, graubraun bis bräunlichpechschwarz; matt oder pechartig glänzend.

5) Brauneisenerz: kugelige oder stalaktitische, nierenförmige, radialfaserige oder concentrisch schalige Aggregate; auch dichte bis erdige Massen; oft fein zertheilt in Gesteinen und dann das Färbungsmittel abgebend. Härte = 2,5—5,5; Gew. = 3,4—4; ockergelb, nelkenbraun, schwarzbraun; schwach seidenglänzend oder matt; undurchsichtig.

II. Im Kölbchen erhitzt kein Wasser ausschwitzend.

a. Mit braunrothem Ritzpulver: Eisenschwarz und metallisch glänzend oder braun- bis blutroth und wenig glänzend oder matt. Im Ritze ein rothbraunes bis kirschrothes Pulver gebend. Härte = 3—6,5; Gew.: = 4,5—5 Eisenoxyd.

Arten:

1) Eisenglanz: hexagonale rhomboëdrische, meist tafelförmige Krystalle, auch schuppige Aggregate; Härte = 5,5—6,5; Gew.: = 5,19—5,23. Eisenschwarz oder stahlgrau, mit Metallglanz.

(Hierher auch der Eisenglimmer.)

2) Rotheisenerz: Radialfaserige, stalaktitische, nierenförmige, traubige Aggregate; auch dichte bis erdige Massen; Härte = 3—5; Gew.: = 4,5—5. Stahlgrau oder blut- bis braunroth; wenig metallisch glänzend bis matt.

b. Mit grauschwarzem Ritzpulver: Eisenschwarz bis stahlgrau; metallglänzend; magnetisch. Härte = 5,5—6,5; Gew. = 4,9—5,2. Octaëder; Körner; fein- bis grobkörnige Aggregate . . . . Eisenoxydu
(Magneteisener

Anhang.

1) **Titaneisenerz**: rhomboëdrisch, isomorph mit Eisenglanz; auch in Körnern, körnigen Aggregaten und eingesprengt. Härte = 5—6; Gew. = 4,6—5. Eisenschwarz, oft etwas bräunlich; halbmetallisch glänzend; im Ritze schwarz oder bräunlichroth; meist magnetisch. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt eine blaue Farbe, aber keine Lösung gebend. In Königswasser oder Salzsäure löslich unter Ausscheidung von Titansäure.

2) **Chromeisenerz**: selten in Octaëdern, meist in derben, körnigen Aggregaten oder in Körnern. — Härte = 5,5; Gew. = 4,4—4,5; bräunlichschwarz, fettig-metallisch glänzend; im Ritze braun. Bisweilen magnetisch. (In der Reductionsflamme aber stets magnetisch werdend.) Mit Salpeter zusammengeschmolzen giebt er chromsaures Kali, welches sich im Wasser gelb löst. Mit Borax oder Phosphorsalz giebt es ein schön grünes Glas.

c. Nähere Beschreibung der wichtigeren Eisenoxyde. Unter diesen Arten der Eisenoxyde bedürfen nur das Brauneisenerz, der Limonit, der Eisenglanz, das Rotheisenerz und Magneteisenerz als geologisch wichtige Mineralien einer näheren Beschreibung.

1) Eisenoxydhydrat (Brauneisenerz, Brauneisenstein, Limonit oder Raseneisenerz z. Th., Ortstein, Bohnerz z. Th., Quellerz z. Th., Xanthosiderit, brauner Glaskopf): Theils feinfaserige Aggregate, welche kugelige, traubige, nierenförmige oder stalaktitische Gestalten mit strahligfaserigem Gefüge bilden; theils kugelige, ei-, bohnen- oder linsenförmige Gestalten mit concentrisch schaliger Absonderung; häufig auch dichte, schlackige, sandige bis erdige Knollen und derbe Massen; endlich pulverförmige Theile, welche einer Mineralmasse beigemengt sind und das färbende Mittel derselben bilden. Ausserdem bildet das Eisenoxydhydrat auch Pseudomorphosen nach Eisen- und Kalkspath, sowie nach Pyrit und Markasit.

Im Bruche erscheinen diese Gestalten bald muschelig und eben, bald uneben und erdig; im Kleinen oft faserig. Härte = 4,5—5,5; bisweilen auch abreiblich; spec. Gewicht = 3,4—4,0. — Ockergelb, gelbbraun, nelkenbraun bis unrein-schwärzlichbraun; im Ritze aber ockergelb bis gelbbraun, bisweilen aber auch ziegelroth, sowie überhaupt das Eisenoxydhydrat manchmal ganz ziegelroth vorkommt, so dass man es für Eisenoxyd halten möchte. — Vor dem Löthrohr in der Oxydflamme erhitzt wird es braunroth, in der innern Flamme aber schmilzt es zu einer schwarzen magnetischen Masse; im Glaskölbchen erhitzt Wasser ausschwitzend und ebenfalls braunroth werdend. In Salzsäure schwer, in Salpetersäure aber leicht löslich. — Gegen gasförmiges oder tropfbares Wasser verhält sich das Eisenoxydhydrat ähnlich wie Thon, indem es namentlich im erdigen oder pulverigen Zustande Wasser und alles, was in dem letzteren aufgelöst ist, in

sich aufsaugt und festhält. Durch diese Eigenschaft wird es befähigt, einerseits bei sehr starker Aufnahme von Wasser schlämmbar zu werden und andererseits mit vielem der im Wasser gelösten Substanzen — z. B. mit kohlensaurem Kalk oder Kieselsäure — mechanische Verbindungen einzugehen, durch welche dann bei der Verdunstung des eingesogenen Wassers seine Masse verunreinigt wird.

Chemischer Bestand: Nach Rammelsberg ist das reine Brauneisenerz eine Verbindung von 2 At. Eisenoxyd und 3 At. Wasser, also $2\ Fe^2O^3 + 3\ HO$, in welchem 85,56 Eisenoxyd und 14,44 Wasser enthalten ist. In der Regel aber erscheint der Wassergehalt bald höher, bald niedriger. So besitzt:

> das Nadeleisenerz und der Stilpnosiderit $90\ Fe^2O^3 + HO = Fe^2O^3 + HO$, der Glaskopf von Hüttenrode im Harze 17,96 pCt. Wasser, manche Quellerze nur 5,33 pCt. Wasser, die Raseneisenerze von 3,05 bis 20 pCt. Wasser.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen übt diese Grösse des Wassergehaltes einen Einfluss auf die Färbung der Braunerze aus, dem zu Folge diese letztere um so mehr sich dem Roth des Eisenoxydes nähert, je weniger es Wasser enthält.

Ausser den oben genannten Bestandtheilen besitzt das Brauneisenerz auch sehr gewöhnlich etwas Manganoxyd und Kieselsäure, welche sich beim Auflösen desselben oft gallertartig ausscheidet, zum Beweise, dass ein Eisenoxydsilicat dem Hydrate beigemengt ist (vgl. Rammelsberg a. a. O. S. 150).

a. Abarten des reinen Eisenoxydhydrates, welche hauptsächlich durch das Gefüge hervorgerufen werden, sind:
   1) der braune Glaskopf: mit faserigem Gefüge, faserigem Bruche und geflossener Oberfläche; gewöhnlich in nieren-, trauben- oder stalaktitenförmigen Massen und als solche oft einen Ueberzug auf dem gemeinen dichten Brauneisenstein bildend. Aeusserlich meist mit halbmetallischem Glanze;
   2) der dichte Brauneisenstein: derbe Massen mit dichtem Gefüge und unvollkommenem splitterigen oder unebenen Bruche; dunkelgelbbraun oder ockergelb; matt;
   3) der erdige oder ockerige Brauneisenstein (Eisenocker); derbe lockere bis erdige Massen, oft auch gradezu staubähnlicher Ueberzug auf anderen Gesteinen, von braungelber bis ockergelber Farbe; matt; abfärbend.

b. Unreine Arten des Eisenoxydhydrates. Theils durch die schon oben erwähnte Eigenschaft des Eisenoxydhydrates im Wasser gelöste Mineralsubstanzen in sich aufzusaugen und bei der Verdunstung ihres Lösungswassers fest zu halten, theils aber auch dadurch, dass das

Eisenoxydhydrat selbst sehr häufig aus kohlensaurem Eisenoxydhydrat entstanden und als solcher von kohlensaurem Wasser aufgelöst und in thonige oder sandige Ablagerungen gefluthet worden ist, erscheint seine Masse sehr häufig verunreinigt theils durch mechanische Beimengungen von Thon, Sand oder auch organische Substanzen, theils durch chemische Beimischungen von Kieselsäure, Phosphorsäure, Humussäuren, sowie von Manganoxyd, kohlensaurem Kalk und Dolomit. Unter den hierdurch entstehenden Abarten des Brauneisenerzes kommen am häufigsten vor:

1) Der braune Thoneisenstein oder thonige Brauneisenstein: 25—80 pCt. Eisenoxydhydrat in inniger und gleichmässiger Mengung mit 20—75 pCt. Thon, von ockergelber bis rothbrauner Farbe. Theils in derben, dichten bis erdigen Massen, theils in stalaktitischen, knolligen, kugeligen oder eiförmigen, concentrisch schalig abgesonderten Aggregaten (sogenannte Eisenniere, Klappersteine, Adlersteine), theile auch in kleinen linsen-, bohnen- oder kugelförmigen Körnern (viele Bohnen- und Linsenerze), welche oft durch ein thoniges, eisenschüssiges oder auch kalkiges Bindemittel mit einander zu einem festen Ganzen verbunden sind (manche Eisenrogensteine oder Eisenoolithe). Bei Zunahme des Thon- und Abnahme des Eisengehaltes in eisenschüssigen Thon übergehend. Mit Salzsäure behandelt einen mehr oder minder starken Thonrückstand lassend.

   Wie später gezeigt werden wird, geht der meiste Thoneisenstein aus Thon hervor, welcher von wässerig gelöstem kohlensaurem Eisenoxydul durchdrungen wird.

2) Der sandige oder kieselige Brauneisenstein (Raseneisenstein oder Ortstein z. Th.): Quarzsand, dessen einzelne Körner durch ein Bindemittel von Eisenoxydhydrat zum Ganzen verkittet sind, von ockergelber bis erdbrauner Farbe. Von sehr verschiedener Härte und Festigkeit; oft so locker und weich, dass er abfärbt; oft aber auch so fest und hart, dass er am Stahle funkt.

   In den meisten Fällen ist der sandige Brauneisenstein eine Varietät des Limonites und wie dieser durch kohlensaure Eisenoxydullösungen entstanden, welche Sandgehäufe durchzogen und sich bei ihrer höheren Oxydation als Eisenoxydhydrat zwischen den Sandkörnern absetzten (vgl. weiter unten den Limonit).

3) Der eigentliche kieselige Brauneisenstein dagegen ist von erstarrter Kieselsäure durchdrungenes Eisenoxydhydrat von lederbrauner Farbe, grosser Härte (= 5—6) und Festigkeit. Bei Zunahme von Kieselsäure und Abnahme von Eisenoxydhydrat wird

er opal- oder chalzedonartig und erscheint dann oft nur als ein eisenschüssiger Quarz.

4) Der kalkige Brauneisenstein, ein Gemenge von Eisenoxydhydrat mit 1—5 pCt. kohlensauren Kalkes und in den meisten Fällen aus der Oxydation von Eisenspath entstanden. Mit Schwefelsäure schwach aufbrausend und einen geringen Absatz von Gyps gebend. Braun, von verschiedener Härte und Festigkeit.

5) Zu den, ihrer Hauptmasse nach aus Eisenoxydhydrat bestehenden, unreinen Eisenerzen gehören auch die Limonite oder Raseneisenerze. Sie verdienen indessen theils wegen ihrer eigenthümlichen Zusammensetzung und Bildungsweise, theils wegen ihrer massenhaften Verbreitung als eine besondere Eisenerzart aufgeführt zu werden.

2) Limonit (Raseneisen-, Sumpf-, Morast-, See-, Quellerz, Ortstein, Oort, Oehr, Uurt, Klump, Bog iron ore): Bald mürbe, locker zusammenhängende, sandsteinähnliche; bald feste, derbe, dichte, körnige oder poröse Aggregate; bald knollige, schlackige, kugelige, linsen-, bohnen- oder pfennigförmige Concretionen; bald endlich auch weit ausgedehnte Lagermassen mit sandigkörnigem, rogensteinartigem, schlackigem oder auf mannichfacher Weise durchlöchertem Gefüge.

Die knolligen oder klumpigen, kugeligen, ei-, linsen- und pfennigförmigen Concretionen liegen entweder lose neben einander oder sind durch ein bald thoniges oder kalkiges, bald auch eisernes Bindemittel unter einander verkittet. Oft aber bildet der Limonit selbst auch das Bindemittel von Sandkörnern (so dass er wahre Eisensandsteine darstellt), oder auch von grösseren Steingeröllen, wodurch Eisenconglomerate entstehen; ja an vielen Orten, so namentlich im uralischen Russland, vererzt er die Massen der vertorfenden Wassermoose so zart, dass man an den einzelnen Individuen der letzteren noch deutlich als Theile erkennen kann.

Wie schon aus dem eben Mitgetheilten deutlich hervorgeht, ist die Cohärenz des Limonites sehr verschieden. Am festesten erscheint noch der schlackig knollige. Ja sehr häufig erscheint der Limonit fest und hart, so lange er im Schoosse der Erde steckt, dagegen mürbe und locker, sobald er längere Zeit an der Luft gelegen hat. Ebenso zeigt sich auch die Härte sehr verschieden, da die einen sich schon zwischen den Fingern zerreiben lassen, während die anderen, namentlich die schlackigen, kaum vom Messer geritzt werden. Endlich ist auch sein specifisches Gewicht sehr verschieden, indem dasselbe zwischen 2,5 und 4,05 schwankt. Die Farbe ist stets unrein, bald ockergelb, bald erdbraun, oft auch pechschwarz; in manchen Fällen von beigemengtem phosphorsauren Eisenoxyduloxyd blau und grün gefleckt, seltener ganz blaugrün. Bisweilen ist er unrein weiss,

o lange er auf dem Grunde der Moore liegt, und wird dann an der Luft blau oder grün. Der Glanz erscheint im frischen Bruche des festen stalaktitischen oder schlackigen Limonites halbmetallisch, eisenartig; des lockeren, erdigen oder sandigen aber sehr gering. Beim Erhitzen im Glasrohre schwitzt er stets Wasser aus und wird braunroth; beim starken Glühen vor dem Löthrohre schmilzt er mehr oder weniger leicht zu einer grauschwarzen magnetischen Schlacke und färbt dabei häufig auch, namentlich bei Befeuchtung mit Schwefelsäure, die äussere Flamme grün. — In Salzsäure löst er sich mit gelbbrauner Farbe ganz oder unter Ausscheidung von Kieselsäure, Sand, Thon oder auch vegetabilischen Verwesungsstoffen auf. Mit Kalilauge gekocht giebt es häufig unter Entwickelung von Ammoniakgeruch und Ausscheidung von pulverigem Sand eine braune Lösung, in welcher durch Zusatz von Salz- oder Essigsäure ein brauner flockiger Niederschlag von Humussäuren entsteht.

Mechanische und chemische Zusammensetzung. Die Limonitgebilde sind vorherrschend mechanische Gemenge von Eisenoxydhydrat, zu welchem sich häufig noch Manganoxyd gesellt, einerseits mit Sand, Thon oder Pflanzenabfällen, andererseits mit phosphorsaurem oder humus- (quellsatz-, seltener kohlen-) saurem Eisenoxyd. Im Allgemeinen lassen sich hiernach 2 Gruppen derselben unterscheiden:

a. Säurefreie Limonite, welche vorherrschend aus einer Mengung von Eisenoxydhydrat mit Sand oder Thon (Lehm) bestehen und entweder
   1) 1—10 pCt. Eisenoxydhydrat und 90—95 pCt. Sand (eigentlicher Ortstein) oder
   2) 80—95 pCt. Eisenoxydhydrat und einige pCt. Thon, aber wenig oder keinen Sand besitzen (eigentlicher Limonit);

b. Säurehaltige Limonite, welche aus einer Mischung von Eisenoxydhydrat und Manganoxyd mit phosphor-, kiesel- oder humussaurem Eisenoxydhydrat bestehen und gewöhnlich auch etwas Sand, seltener Kalk enthalten (Morast-, Sumpf- und Seeerze).

Bemerkung: Die vorstehende Charakteristik des Limonites habe ich aus meinem Werke: „Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen" (Leipzig bei Engelmann 1862) entlehnt. Wer nun eine ausführliche Beschreibung über diese merkwürdige Eisenbildungen zu lesen wünscht, dem dürfte ich dieses Werk, in welchem ich von S. 168—216 alle Analysen und überhaupt alle Beobachtungen, welche bis jetzt über dieselben bekannt geworden sind, zusammengestellt habe, empfehlen.

3) Eisenoxyd (Rotheisenerz, Rotheisenstein, Eisenglanz, Eisenglimmer, Eisenrahm, Blutstein, Röthel z. Th., Hämatit, Oligiste, Specular Iron, red Hämatite etc.): Es tritt in folgenden zwei, durch morphologische Verhältnisse, Härte und Gewicht verschiedenen, Arten auf:

a. Eisenglanz (Specular Iron, Glanzeisenerz): Rhomboëdrische Krystallformen, unter denen namentlich theils das Rhomboëder und die hexagonale Doppelpyramide (Dihexaëder) mit abgestumpften Endflächen, theils die hexagonale Tafel mit zugeschärften Seitenflächen (so vorzüglich in den sogenannten Eisenrosen des St. Gotthardt), theils auch linsenförmige Krystalle hervortreten; ferner krummblättrige bis schuppige (Eisenglimmer) oder zarte schuppig pulverige, kirschrothe abfärbende Aggregate (Eisenrahm); endlich auch körnige Massen, welche dem Magneteisenerz ähnlich sehen, aber einen rothen Ritz zeigen. Unvollkommen spaltbar; mit muscheligen, unebenen, splitterigem Bruche; spröde. Härte = 5,5—6,5 (also härter als das Rotheisenerz); spec. Gew. = 5,19—5,23 (also schwerer als Rotheisenerz). — Eisenschwarz und stahlgrau, oft bunt angelaufen; im Ritze kirschroth bis röthlichbraun; stark und oft spiegelnd metallisch glänzend; undurchsichtig oder nur in sehr dünnen Blättchen roth durchscheinend. Bisweilen schwach magnetisch. Vor dem Löthrohre fast unschmelzbar, aber in der inneren Flamme unter Funkensprühen magnetisch werdend. In Salzsäure nur sehr langsam löslich.

Chemischer Bestand: Im reinen Zustande besteht er aus 70,0 Eisen und 30,0 Sauerstoff, ist also $Fe^2 O^3$; allein sehr oft enthält er ausserdem etwas (0,8—3,11 pCt.) Eisenoxydul (so namentlich der magnetische von Elba und vom Vesuv) oder etwas Titansäure (so namentlich die schönen, von Kobell Basanomelan genannten, Eisenrosen des St. Gotthardt, welche bis 9,66 Titansäure enthalten und sehr häufig mit rothen Rutilkrystallen besetzt sind).

b. Rotheisenerz (rother Glaskopf z. Th.): Theils traubige, nierenförmige und stalaktitische Aggregate mit strahlig faseriger und concentrisch schaliger Structur (Glas- oder Glanzkopf), theils dichte und feste oder erdige und zerreibliche Aggregate (dichter und ockeriger Rotheisenstein); auch wohl in Pseudomorphosen nach Magneteisenerz (Martit), Eisenkies (z. B. nach Pyrit auf Elba), Nadeleisenerz, Kalkspath (z. B. in schönen, 2 Zoll grossen Scalenoëdern oder spitzen Rhomboëdern, welche zum Theil hohl und äusserlich warzig oder auch spiegelnd glatt sind, am Graul bei Schwarzenberg oder von Unterblauenthal bei Eibenstock) oder nach Fluoritwürfeln (z. B. bei Schwarzenberg in Sachsen) etc. — Die Glasköpfe leicht spaltbar, in lange, scharfe Nadeln oder spitze Keile mit metallisch glänzenden Absonderungsflächen. — Aeusserlich eisenschwarz oder stahlgrau mit metallartigem Glasglanz oder braun- bis blutroth und wenig oder nicht glänzend; innerlich stets roth. — Härte = 3—5; spec. Gew. = 4,5—4,9. — Vor dem Löthrohr und gegen Lösungsmittel wie der Eisenglanz.

Chemischer Bestand: Im reinen Zustand wie der Eisenglanz wesentlich Eisenoxyd = Fe^2O^3; oft aber verunreinigt durch Kieselsäure, Phosphorsäure, Kalkerde und Magnesia.

Unreine Abarten: Das Rotheisenerz kommt wie das Brauneisenerz sehr häufig mit kohlensaurem Kalk noch öfter aber mit Thon untermischt vor und bildet dann in inniger und gleichmässiger Mengung mit dem letzteren den rothen Thoneisenstein, von welchem namentlich folgende Abarten zu erwähnen sind:

1) der Röthel, eine gleichmässige Mischung von pulverigem Eisenoxyd mit verschiedenen Mengen Thon; braunroth, abfärbend, an dem Fingernagel gerieben sich glättend und glänzend. Bei Zunahme von Thon in eisenschüssigen Thon übergehend;
2) der gemeine rothe Thoneisenstein: dicht, derb, äusserlich oft eisengrau, nicht abfärbend. Ebenfalls in eisenschüssigen Thon übergehend und dann schiefrig oder blättrig werdend;
3) der körnige rothe Thoneisenstein: kleine, runde, bald rothbraune, bald eisengraue Eisenoxydkörner in einem thonigen Bindemittel und daher bald sandsteinähnlich, bald oolithisch aussehend.

4) Magneteisenerz (Eisenoxyduloxyd, Magnetit, Magneteisenstein, Fer oxydulé, Oxydulated Iron): Tesserale Krystalle, namentlich Octaëder oder auch Rhombendodekaëder, welche eingewachsen oder in Drusen aufgewachsen sind; auch mehr oder weniger abgerundete Körner, welche entweder anderen Gesteinen eingewachsen sind oder bei deren Zertrümmerung lose im Sande derselben liegen (Magneteisensand); endlich auch körnige, dichte oder schalige Aggregatmassen. In der Richtung der Octaëderflächen spaltbar; der Bruch muschelig bis uneben. Spröde. Härte = 5,5—6,5; spec. Gewicht = 4,9—5,2. — Eisenschwarz oder stahlgrau, bisweilen etwas bräunlich; im Ritze schwarz; mit mattem Metallglanz. Stark magnetisch, vorzüglich in angerostetem Zustande. — Vor dem Löthrohr sehr schwer schmelzbar; mit Borax in der Oxydationsflamme ein gelbliches, in der Reductionsflamme aber ein bouteillengrünes Glas gebend. — Wird sein Pulver mit wenig Salzsäure behandelt, so erhält man eine grünliche Lösung und einen bräunlichen Rückstand, indem sich dann nur das Oxydul des Magneteisenerzes löst, während das Oxyd desselben ungelöst bleibt; wird dagegen das Pulver mit viel Salzsäure erwärmt, so löst sich das ganze Erz mit grünlich brauner Farbe; Ammoniak erzeugt dann in der Lösung einen unrein schwarzgrauen Niederschlag.

Chemischer Bestand: Das Magneteisenerz ist eine chemische Mengung von Eisenoxydul und Eisenoxyd und besteht in der Regel aus 1 Atom FeO und 1 Atom Fe^2O^3, was der Formel FeO, $Fe^2O^3 = Fe^3O^4$ entspricht und demgemäss 68,97 Fe^2O^3 + 31,03 FeO oder aus 72,41 Fe + 27,59 O enthält. Nach von Kobell giebt es aber Magneteisenerze (z. B.

das von Schwarzenstein in Tyrol), welche aus 74,8 Fe^2O^3 und 52,2 FeO bestehen und der Formel 3 FeO, 4 Fe^2O^3 entsprechen.

d. Umwandlungen der Eisenoxyde. Die Sesquioxyde des Eisens gehören zu denjenigen Bestandtheilen der Erdrinde, welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen keine chemischen Veränderungen erleiden. Denn sie gehen weder mit dem Sauerstoff und der Kohlensäure der Atmosphäre, noch mit den gewöhnlich in der Erdrinde vorkommenden wässerigen Lösungen der alkalischen Salze und Säuren (wie z. B. mit verdünnter Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure) eine Verbindung ein. Nur der abgestorbene Organismenkörper vermag theils mit seinen nach Sauerstoff begierigen kohligen Fäulnisssubstanzen, theils mit den durch seine Zersetzung entstehenden Säuren und Salzen diese Oxyde umzuwandeln und zu neuen Verbindungen zu zwingen.

Es ist schon bekannt — und wird bei der weiter unten folgenden Beschreibung der Limonitbildung noch weiter bewiesen werden —, dass abgestorbene Pflanzenmassen, welche an feuchten luftverschlossenen Orten — z. B. im Untergrunde von Mooren, Sümpfen und anderen Schlammgewässern — liegen, die Kraft besitzen, dem Eisenoxydhydrate der sie umgebenden Erdrindemassen den Sauerstoff theilweise zu entziehen und hierdurch einerseits das Eisensesquioxydhydrat in Eisenoxydul umzuwandeln und andererseits aus ihren kohligen Fäulnissmassen sogenannte Humussäuren, namentlich Quellsäure, zu entwickeln, welche sich nun mit dem ebenerst gebildeten Eisenoxydul zu quellsaurem Eisenoxydul verbinden.

Durch diesen Process allein wird das Eisensesquioxyd wieder in einen Zustand versetzt, in welchem es theils mit den in seiner Umgebung vorkommenden Lösungen von alkalischen Phosphaten und Silicaten die Säuren umtauschen und sich so in phosphorsaures oder kieselsaures Eisenoxydul umwandeln kann, theils mit dem Sauerstoff der Luft zuerst (durch höhere Oxydation der Quellsäure) kohlensaures Eisenoxydul und dann (durch höhere Oxydation seines Oxyduls selbst) wieder Eisenoxydhydrat zu bilden vermag.

Aber durch den eben beschriebenen Process wird das Eisenoxyd sehr häufig nur theilweise in Eisenoxydul umgewandelt, so dass aus ihm ein Gemenge von Eisenoxydul und Eisenoxyd entsteht, welches schwarzgrau aussieht, auf die Magnetnadel einwirkt und sich überhaupt wie Magneteisenerz verhält.

Dies sind im Allgemeinen die Hauptveränderungen, welche die Oxyde des Eisens im Haushalte der Natur erleiden können. Ueber die besonderen Umwandlungen der einzelnen Arten dieser Oxyde dagegen ist noch Folgendes zu bemerken:

1) Das Brauneisenerz oder Eisenoxydhydrat kann durch Entwässerung allmählig zu Rotheisenerz werden. Am ersten findet dies bei starker Erhitzung statt, wie man sehen kann, wenn man pul-

erigen Eisenocker auf einer glühenden Platte erhitzt. Aber es kann auch chon bei niederen Temperaturgraden geschehen, wenn das Eisenoxydhydrat nit einem Mineralkörper verbunden ist, welcher entweder die strahlende Värme der Sonne stark anzusaugen und in sich zu concentriren vermag der selbst die grösste Begierde hat, seiner nächsten Umgebung alles Wasser u entziehen. Das erste thun alle lockeren, dunkel gefärbten Mineralien, . B. die bituminösen Schieferthone und rothen Sandsteine, das zweite aber vermag der austrocknende Thon und das Steinsalz, zumal wenn es Chlormagnium enthält. Folgende Erscheinungen werden dies bestätigen:

1) In den Schieferthonen und Buntsandsteinen der Buntsandsteinformation bei Eisenach und auch anderwärts kommen sehr viele sogenannte Thongallen, d. i. eine mechanische Verbindung von fettem Thon mit kieselsaurem Eisenoxydulhydrat, von verschiedener Grösse und Form, bald nur haselnussgross und kugelig, bald auch kopfgross und linsenförmig vor. So lange dieselben im Innern der Schichtmasse eingeschlossen liegen, haben sie eine dunkelblaugrüne Farbe und sind weich; sobald sie aber durch Zerschlagen ihrer Lagerstätten blossgelegt werden und mit der Luft und dem Tageslicht in Berührung kommen, ändern sie allmählig ihre Consistenz und Farbe und werden zuerst unrein gelbgrün und dann ockergelb; sind sie aber in den rothen Schieferthonen oder Sandsteinen eingebettet, dann geht ihre gelbe Farbe bald ins Rothbraune, ja äusserlich sogar ins Eisenschwarze über. Man kann diese Farbenwandlung sehr gut beobachten, wenn man zwei mit grünen Thongallen versehene, gleich grosse Stücke des weissen und rothen Sandsteines neben einander in die Sonne legt. Es bleibt dann das Eisenoxydhydrat in den weissen Gesteinslagen wasserhaltig, während es in den rothbraunen Sandsteinen allmählig seines Wassers beraubt und in wasserfreies Eisenoxyd umgewandelt wird. Da nun allbekannt die rothbraunen Gesteine unter sonst gleichen Verhältnissen sich weit schneller und stärker erhitzen, als die weissen von derselben mineralischen Beschaffenheit, so möchte wohl die Behauptung nicht zu gewagt erscheinen, dass lediglich durch die stärkere Wärmeconcentration in den dunkler gefärbten Gesteinen das Eisenoxydhydrat seines Wassers beraubt und in Eisenoxyd umgewandelt wird.
2) In den mergelthonigen Ablagerungen der Liasformation bei Eisenach kommen sehr viel linsen-, kugel- und eiförmige Thonsteinconcretionen — sogenannte Sphaerosiderite oder Adlereier — vor, welche aus concentrischen Schalen von braungelbem Thoneisenstein bestehen und einen kugeligen oder bohnenförmigen Kern von rothem Thoneisenstein (Röthel) enthalten. Diese eigenthümlichen Gebilde, — von denen bei der Beschreibung des Eisenspathes noch mehr die Rede

sein wird, da sie aus kohlensaurem Eisenoxydul hervorgehen, — bestehen, so lange sie in den feuchteren Schichten der Erdkrume eingebettet liegen, nur aus weichen gelbem Thoneisenstein und zeigen keine oder nur eine sehr geringe Spur von Schalenbildung (sie sind unreif, wie die Landleute sagen); bringt man sie aber an sonnige luftig trockene Orte, so beginnt sehr bald in Folge ihrer allmählig von Aussen nach Innen vorrückenden Austrocknung durch die Sonnenwärme die obenerwähnte Schalenbildung. Man kann alsdann ihre Entwickelung deutlich verfolgen. Durch die Sonnenwärme entsteht zuerst aus ihrer äussersten Lage eine 1—2 Linien dicke, feste, ledergelbe Schale, welche bei ihrer Erhärtung sich zusammenzieht, dann von der unter ihr liegenden, noch feuchten Masse losplatzt und endlich nach allen Richtungen hin zerberstet, da die von ihr umschlossene noch feuchte Masse von ihr sich nicht auch zusammendrücken lässt. Durch die hierdurch entstandenen Risse dringt einerseits die Sonnenwärme in diese letztere ein und andererseits die verdampfende Feuchtigkeit heraus, so dass sehr bald eine zweite harte Schale unter jener ersten entsteht, welche nun ebenfalls rissig wird und sich von der noch übrigen feuchten Masse loshebt. Ganz auf dieselbe Weise wie die erste und zweite Schale bildet sich nun weiter nach dem Innern eine dritte, vierte u. s. w. Schale, bis zuletzt im Centrum des Knollens nur noch ein gelber, kugel- oder bohnenförmiger, dichter Kern übrig bleibt, welcher sich nicht weiter schalig absondert, sondern in dichten Röthel umwandelt, wenn die ihn umhüllenden Schalen mit ihm verbunden bleiben; dagegen sich noch in gelbe Schalen zertheilt, wenn seine Schalenhüllen von ihm abplatzen, ehe er sich noch in Röthel hat umwandeln können. Man kann dies leicht beobachten, wenn man einen solchen Knollen, welcher in der Schalenbildung begriffen ist, einerseits jeder neugebildeten Schale beraubt und dann wieder zur weiteren Fortbildung an seinen früher eingenommenen Platz legt, und andererseits mit einem Faden so umbindet, dass die entstandenen Schalen nicht abplatzen können. Man wird alsdann im ersten Falle keinen Röthelkern, sondern eine bis zum letzten Knollenreste sich blätternde Masse erhalten. Um zu erfahren, auf welche Weise in diesem Falle aus dem Eisenoxydhydrat das Eisenoxyd entsteht, habe ich eine Reihe von Versuchen — über die Entstehung theils der concentrischen Schalen, theils des Röthelkernes — angestellt und durch dieselben folgende Resultate erhalten:

a. Jeder austrocknende eisenschüssige Thonknollen sondert sich von Aussen nach Innen schalig ab, wenn er gleichmässig und allmählig an einem luftigen Orte von Wärme durchdrungen wird. Denn nur die unmittelbar von den Wärmestrahlen durchdrungene Oberfläche eines

solchen Knollen trocknet aus und verdichtet sich dabei so stark, dass die zunächst unter ihr folgende Thonlage nicht eher ihre Feuchtigkeit verdunsten lassen kann als bis ihre Deckenlage rissig geworden ist. Lässt man aber die Wärme auf einmal zu stark auf ihn einwirken, so erfolgt keine Schalenbildung und seine ganze Masse zerberstet bis tief in sein Inneres hinein.

b. Wenn Thon seinem Austrocknungspunkte nahe kommt, dann hält er nicht nur die letzte Spur seiner noch vorhandenen Feuchtigkeit fest, sondern entzieht auch seiner nächsten Umgebung dieselbe um so gieriger, je näher er selbst der Austrocknung kommt. Auf diese Weise vermag er selbst dem Eisenoxydhydrat das Wasser zu entziehen und es in Eisenoxyd umzuwandeln. Recht deutlich sieht man dies, wenn man Stückchen gelben Thoneisensteines in das Centrum einer Kugel von gemeinem Thone steckt und diese letztere dann an einen warmen, sonnigen, gegen Feuchtigkeit geschützten, Ort oder auf einen lauwarmen Ofen legt. Hat man auf diese Weise mehrere Kugeln zur Untersuchung neben einander gelegt, so wird man bemerken, dass der Ockerkern sich um so mehr röthet, je mehr sich seine thonige Umhüllung der Austrocknung nähert. Befeuchtet man dagegen die austrocknenden Kugeln von Zeit zu Zeit mit etwas Wasser, so erfolgt keine Röthelbildung. In diesem Verhalten liegt der Grund, warum sich nur in denjenigen der oben beschriebenen Thoneisensteinknollen ein Röthelkern findet, welche ihre Schalenumhüllung noch besitzen.

3) Wie in dem oben mitgetheilten Falle austrocknender Thon das Eisenoxydhydrat in Eisenoxyd umzuwandeln vermag, so geschieht dieses auch durch ausgetrocknetes Steinsalz.

2) Das Rotheisenerz soll sich durch Aufnahme von Wasser in isenoxydhydrat umwandeln können. — Ich habe darüber viele Versuche nd Beobachtungen angestellt und bin hierdurch zu folgenden Resultaten langt:

a. Nicht alles Eisenoxyd, welches eine rothe Farbe hat, ist auch wirklich Rotheisenerz, indem auch sehr häufig das Eisenoxydhydrat roth gefärbt ist, wie man sattsam bemerken kann, wenn man diese vermeintlichen Rotheisenerze in einem Glaskölbchen erhitzt.

b. Wäre es möglich, dass die obengenannte Umwandlung des Eisenoxydes wirklich in der Natur stattfinden könnte, so könnte man es sich nicht erklären, warum das intensiv braunrothe thonige Bindemittel des Rothliegenden, wie es z. B. in Eisenachs Umgegend überall zu bemerken ist, nicht mit der Zeit ockergelb geworden ist, warum sich Röthelkerne, die ich Jahre lang unter Wasser und in feuchter Erde habe liegen lassen, nicht in Ockerkerne umgewandelt haben,

warum überhaupt nicht aller Rotheisenstein, welcher zu Tage geht, zu Brauneisenstein geworden.

Bemerkung: Ein erfahrener Maler, welchem ich die Frage vorlegte, ob es ihm in seiner Praxis schon vorgekommen, dass die aus Colcothar (Eisenoxyd) bestehende rothe Farbe einmal gelb geworden sei, gab mir zur Antwort, „dass selbst jahrhundertalte, an feuchten Wänden vorhandene, Gemälde diesen Farbenwechsel noch nie offenbart hätten."

c. Die zeither oft geltend gemachte Thatsache, dass der Eisenglanz der Insel Elba sich in Brauneisenerz umwandele, ist allerdings wahr, indem dieses letztgenannte Erz nicht blos an vielen Stellen Spalten des Eisenglanzes ausfüllt und selbst die Tafelflächen seiner Krystalle überzieht, sondern auch in derben Massen auftritt, allein es verdankt seine Bildung nicht dem Eisenoxyde, sondern dem Eisenoxydule, von welchem wohl aller Eisenglanz Elba's 0,5—5 pCt. nach meinen zahlreichen Untersuchungen enthält. Bei Rio auf Elba treten bedeutende Massen Eisenocker auf, welche aus dem daselbst vorkommenden Magneteisenerz entstanden sind. Aber alle diese Massen sind mehr oder weniger magnetisch und bestehen, wie mir meine Untersuchungen gelehrt haben, aus einem innigen Gemische von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat. Ganz ähnlich verhalten sich die aus dem Eisenglanze hervorgegangenen Eisenockermassen: Auch sie sind Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, wie nicht blos ihr verhältnissmässig geringer Wassergehalt und ihre mehr oder minder ins Gelbrothe ziehende Farbe andeutet, sondern auch ihr Verhalten beim Schlämmen, durch welches sie in eine rothe und gelbe Zone zertheilt werden, beweist. Rechnet man hierzu noch, dass grade diejenigen Eisenglanzkrystalle, welche Eisenoxydul enthalten, beim längeren Liegen an feuchter Luft an ihrer Oberfläche ein zuerst schön blau schillerndes, dann ins Gelbgrüne ziehendes Farbenspiel und endlich eine röthlich messinggelbe Färbung, — grade so, wie es jedes sich höher oxydirende Eisenoxydul zeigt — annehmen, so wird man noch mehr in der Ansicht bestärkt, dass die Bildung von Eisenoxydhydrat lediglich von dem Oxydule des Eisenglanzes abhängt. Nach allem diesen geht also das Eisenoxyd selbst nicht in Eisenoxydhydrat über. Und von diesen Erfahrungen ausgehend, möchte ich überhaupt glauben, dass nur solches Rotheisenerz Eisenoxydhydrat bilden kann, welches Eisenoxydul enthält. Wahrscheinlich ist dies nun auch der Fall mit dem Eisenglanze von Altenburg in Sachsen, an dessen Krystallen Sillem (Jahrb. der Min. 1851 S. 401 etc.) eine dünne Rinde von Eisenoxydhydrat beobachtet hat. Wenn aber derselbe Beobachter an einer Eisenerzsstufe von Siebenhitze bei Hof eine Rinde von trauben-

förmigem Rotheisenstein und darunter einen Kern von Brauneisenstein gesehen hat, (vgl. Jahrb. d. Min. 1851. S. 387), so möchte ich annehmen, dass diese Oxydrinde erst aus der theilweisen Entwässerung des unter ihr noch vorhandenen Eisenoxydhydrates auf ähnliche Weise hervorgegangen ist, wie aus den oben angegebenen gelben Thoneisensteinknollen Röthel entsteht, indem sehr häufig Kerne gefunden werden, welche äusserlich schon in Eisenoxyd umgewandelt sind, während ihr Inneres noch aus gelbem Ocker besteht.

Wie nach allem eben Mitgetheilten das reine Eisenoxyd unempfindlich gegen das Wasser ist und sich demnach unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht in Eisenoxydhydrat umwandeln kann, so geht es auch mit den gewöhnlich in der Erdrinde vorkommenden Säuren keine Verbindungen ein. Dabei hält es seinen Sauerstoff so fest, dass — soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen — nicht einmal die fauligen Organismenreste es in Oxydul umzuwandeln vermögen. Schon meine zahlreichen und oft wiederholten Versuche haben mir dies gelehrt, aber noch deutlicher habe ich diese Unempfindlichkeit des wasserfreien Eisenoxydes in einem kleinen Torfmoore bei Beuernfeld — (1 Meile östlich von Eisenach) — kennen gelernt. Dies Torfmoor befand sich in einem Keuperbecken, dessen Sohle und Wände aus abwechselnden Lagen von braunrothem und ockergelben Mergelthon bestehen. Beim Abstechen seines Torfes fand man auf dessen Sohle ein 6 Zoll mächtiges Limonitlager; zugleich aber bemerkte man auch, dass an den vom Torfe bedeckt gewesenen Seitenwänden des Beckens die ockergelben Mergellagen bis auf Fussdicke ihres Eisenoxydhydrates beraubt und weisslich gefärbt waren, während die von Eisenoxyd durchdrungenen Lagen ihre braunrothe Farbe behalten hatten. Es hatte demnach die vertorfende Pflanzenmasse das Eisenoxydhydrat der gelben Lagen ausgezogen und in quellsaures Eisenoxydulhydrat umgewandelt, dem Eisenoxyde aber hatte sie nichts anhaben können.

3) Das Magneteisenerz kann theils durch kohlensaures Wasser oder Humussäuren, theils schon durch den Sauerstoff allein seines Eisenoxydulgehaltes ganz oder theilweise beraubt und so entweder in reines Eisenoxyd oder in ein Gemisch von diesem und Eisenoxydhydrat umgewandelt werden, wie folgende Belege zeigen werden:

1) Blum erwähnt in seinen „Pseudomorphosen S. 32" Octaëder von Pfitsch in Tyrol, welche alle äusseren Kennzeichen von Magneteisen an sich tragen, aber ein kirchrothes Ritzpulver besitzen und auf die Magnetnadel wenig oder gar nicht einwirken. Ebenso beschreibt G. Rose in seiner „Reise nach dem Ural" Bd. II. S. 234. solche in Eisenoxyd umgewandelte Magneteisenoctaëder, welche in der Nähe von Kragerö mit Hornblende und Magneteisen verbunden vorkommen.

Diese Pseudomorphosen sind jedenfalls dadurch entstanden, dass kohlensaures Wasser das Eisenoxydul der umgewandelten Magneteisenoctaëder ganz allmählig löste und auslaugte, so dass nur ihr Eisenoxyd übrig blieb.

2) Ich selbst besitze eine Magneteisenstufe von Rio auf Elba, welche theilweise in eine gelbrothe, aus Oxydhydrat und Oxyd bestehende Masse umgewandelt erscheint. An eben dieser Stufe befand sich eine Stelle, welche mit Salzsäure schwach aufbrauste und eine Lösung gab, die auf Eisenoxydul reagirte —, eine Erscheinung, welche auf eine theilweise Umwandlung des Magneteisens in Eisenspath gedeutet werden kann.

3) Obgleich es mir noch nicht geglückt ist, auf künstlichem Wege Magneteisenerz in Magnetkies umzuwandeln, so deutet doch das Vorkommen von diesem letzteren auf einer Magneteisenkruste aus dem Diorite bei Ruhla auf eine solche Umwandlung hin(?).

e. Associationsverhältnisse, Vorkommnisse und Bildungsweise der Eisenoxyde. — Die Oxyde des Eisens gehören zu den wichtigsten und verbreitetsten Bestandtheilen der Erdrinde. Denn einerseits bilden sie nächst der Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Magnesia die am häufigsten auftretenden chemischen Bestandtheile sehr vieler Mineralien, so namentlich der meisten Silicate, in denen sie sogar nicht selten als die Stellvertreter der ebengenannten Basen oder selbst der Kieselsäure erscheinen; und andererseits treten sie theils als selbstständige Felsbildner theils als Gemengtheile zahlreicher krystallinischer wie klastischer Gebirgsarten auf. Dies Alles gilt vorzüglich vom Eisenoxydul, Eisenoxyd und dem Eisenoxydul-oxyd, weniger vom Eisenoxydhydrat, wie im Folgenden gezeigt werden soll.

1) Das Eisenoxydhydrat oder Brauneisenerz ist noch nie als ein wesentlicher Bestandtheil einer ganz frischen, von den Atmosphärilien unangegriffenen, — am allerwenigsten vulcanischen —, Felsart gefunden worden. Wohl aber zeigt es sich stets an Schwefeleisen oder Eisenoxydul haltigen Mineralien, sobald dieselben einige Zeit mit Sauerstoff haltiger Luft in Berührung gestanden haben; es ist daher wohl in den allermeisten, — wenn nicht in allen —, Fällen als ein Oxydationsproduct dieser letztgenannten Mineralien, so namentlich des Eisen- und Kupferkieses, Magneteisens, Eisenspathes, Eisenvitrioles und vieler Silicate, z. B. des Glimmers, Chlorites, Turmalins, Granates, Epidotes, Idokras, Olivins, Hypersthens, Diallags, Serpentins, Augites, der Hornblende u. s. w. zu betrachten. Wie es aus dem Magneteisenerze, dem Kupferkiese, Eisenkiese und Eisenvitriole entsteht, ist schon bei der Beschreibung dieser Mineralien gezeigt worden. Aus den Eisenoxydul haltigen Silicaten aber wird es dadurch erzeugt, dass Kohlensäure haltige Lösungen das Eisenoxydul aus seiner Verbindung mit der Kieselsäure ziehen und in kieselsaures Eisenoxydulhydrat umwandeln, welches nun weiter von kohlensaurem Wasser aufgelöst an die Oberfläche seiner

Muttermineralien tritt, wo es bei Berührung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre durch diesen in Eisenoxydhydrat umgewandelt wird. Wo daher diese Silicate unter Einfluss der atmosphärischen Luft verwittern, da ist auch Brauneisenerz ein Hauptbestandtheil ihrer Verwitterungsproducte, wie schon die lederbraune oder ockergelbe Rinde, mit der sie selbst und die sie enthaltenden Felsarten überzogen werden, deutlich beweist. Da nun der bei weitem grösste Theil der krystallinischen Erdrindemassen eins oder mehrere der obengenannten Eisenoxydul haltigen Silicate zum Bestandtheile hat, so müssen wohl eben die Glimmer-, Chlorit-, Hornblende-, Augit- und Hypersthengesteine das Hauptmagazin bilden, welchem die Natur das Eisen zur Erzeugung des Eisenspathes und Brauneisenerzes entnimmt. Tief im Schoosse der Erdrinde, in den Spalten und Lagerräumen, zu denen nur kärglich oder gar nicht die atmosphärische Luft gelangen kann, sammelt sie so das diesen Silicatgesteinen entnommene Eisen zuerst zu kohlensaurem Eisenoxydul d. i. Eisenspath an. Aus ihm, welcher auf diese Weise das Sammelerz für die Bildung des Brauneisenerzes darstellt, entsteht dann durch Einfluss von Sauerstoff das letztere, sei es an Ort und Stelle der Eisenspathlager, sei es, dass kohlensaure Wasser aus diesen Lagern Eisenspath auflösen und an luftige Orte führen. Aus allem diesen lassen sich folgende Erscheinungen und Associationsverhältnisse erklären:

1) Die meisten der Silicate, aus welchen zunächst Eisenspath entsteht, enthalten neben dem Eisenoxydul meist Manganoxydul, und auch oft Kalkerde und Magnesia — lauter Basen, welche ebenfalls durch kohlensaures Wasser löslich gemacht und ausgelaugt werden. — Darin liegt der Grund, dass zunächst auch der aus ihnen entstandene Eisenspath unter sonst günstigen Verhältnissen nicht nur neben seinem Eisenoxydul oft auch die Carbonate des Manganoxyduls und der Magnesiakalkerde besitzt, sondern auch in Association mit Mangan-, Kalk- und Bitterspath steht, wie man fast auf allen Eisenspath führenden Gängen bemerken kann; und dass ferner das aus solchem Eisenspathe entstehende Brauneisenerz theils verunreinigt erscheint durch Manganoxyd und auch wohl Kalk und Dolomit, theils in Association mit Manganerzen, Kalk und Dolomit steht, — lauter Fälle, wie man sie fast auf jedem Eisenspathgange im krystallinischen Schiefergebirge beobachten kann und wie sie auch schon auf der Associationstafel der Eisenerze (§. 50. S. 136.) angegeben worden sind und später auch noch bei der Beschreibung des Eisenspathes weiter besprochen werden sollen.
2) Da ferner die Oxydation des Eisenspathes nur von Aussen nach Innen stattfinden kann, so bildet das Brauneisenerz überall da, wo Gänge und Lager des ersteren auftreten, eine mehr oder minder mächtige

Decke oder Hülle um den Eisenspath, wenn nicht die Masse des letzteren ganz und gar in Brauneisenerz umgewandelt erscheint. In Gängen und Lagerstöcken des Spatheisensteins, welche bis zu Tage reichen, findet man auf diese Weise den oberen, zu Tage stehenden Theil desselben in Brauneisenstein umgewandelt. In der Regel zeigt er dann zu oberst ein mehr oder minder dichtes Gefüge, weiter unterwärts besitzt er noch die rhomboëdrischen Absonderungen des Eisenspathes und in noch grösseren Tiefen bildet er wahre Pseudomorphosen nach dem letzteren, in welchen er zu unterst ganz übergeht. An der Mommel und dem Stahlberge auf dem Thüringer Walde, am Erzberge bei Eisenerz in Steyermark kann man dies alles recht deutlich beobachten.

3) Wenn endlich kohlensaures Wasser Eisenspathmassen durchrieselt, dann löst es fortwährend Theile von diesem letzteren sammt dem in ihm enthaltenen Mangan- und Kalkspath auf und führt sie mit sich fort. Da nun aber der Eisenspath viel mehr Wasser zu seiner Lösung braucht, als der Mangan- und Kalkspath, so scheidet sich der erstere aus der gemeinsamen Lösung weit früher ab, als die beiden letztgenannten Spathe und bildet auf diese Weise auf seinen Abzugskanälen oft entfernt von seiner ursprünglichen Mutterstätte neue (secundäre) Eisenspathablagerungen, welche weit reiner in ihrer Masse sind als die ursprünglichen Lagermassen und in Folge davon auch bei ihrer Oxydation ein weit reineres Eisenoxydhydrat liefern. Rieselt dagegen solche Eisenspathlösung von den Decken und Seitenwänden einer Höhle oder Kluft herab, so bildet es im Verlaufe der Zeit auf ähnliche Weise wie Lösungen des kohlensauren Kalkes, Stalaktiten und Eisensinterwände, aus deren weiterer Oxydation endlich die sogenannten braunen Glasköpfe entstehen, welche äusserlich oft mit den schönsten Mangandendriten oder auch wohl mit niedlichen Aragonitbüschelchen bedeckt sind. Bei Bad Liebenstein am Thüringerwald war noch vor wenigen Jahren eine kleine Höhlung, in welcher man diese Glaskopfbildungen schön beobachten konnte. Seitdem man aber den hinter dieser Höhlung im Granit aufsetzenden Eisenspathgang blossgelegt und abgebaut hat, haben dieselben aufgehört. — Dringt aber Wasser, in welchem Eisenspath gelöst ist, in eine Thonablagerung ein, so saugt jedes einzelne kleinste Thontheilchen von derselben so viel in sich auf, bis es gesättigt ist. Bei der Verdunstung des Lösungswassers entsteht hierdurch eine, dem Mergel analoge, innige und gleichmässige Mischung von Thon und Eisenspath, welche man thonigen Eisenspath nennt. Aus ihm endlich entwickelt sich bei der vollständigen Austrocknung des Thones und der höheren Oxydation seines Eisenspathes der thonige Brauneisenstein. Wird dagegen ein loses Sandgehäufe von einer

solchen Eisenspathlösung durchsintert, so setzt sich bei der Verdunstung des Lösungswassers und des aus der Oxydation des Eisenspathes entstehende Eisenoxydhydrat als ein ockergelber Schleim an alle Sandkörner ab und verkittet endlich die letzteren so mit einander, dass ein wahrer, fester Eisensandstein daraus entsteht.

Wie der reine Thon, so vermag auch der Kalkthon oder Mergel Eisenspathlösungen in sich aufzunehmen und sich durch denselben in mergeligen Brauneisenstein umzuwandeln. — Es wird indessen nicht jeder Thon oder Mergel, welcher Eisenspathlösungen in sich aufnimmt, zu thonigem oder mergeligen Brauneisenstein: Empfängt er nicht soviel Eisenlösung, als nöthig ist, um sich damit zu sättigen, so entsteht aus ihm eisenschüssiger Thon oder Mergel, ganz ähnlich wie er sich in der lederbraunen Verwitterungsrinde der Eisenoxydul und Thonerde haltigen Silicate zeigt.

Bemerkung: Alle die unter 3 und 4 angegebenen Thatsachen beruhen auf Versuchen, welche ich mit Thon- und Mergelschlamm, den ich von kohlensaurer Eisenlösung durchdringen liess, anstellte. Bei der Beschreibung des Eisenspathes werde ich Weiteres darüber mittheilen.

4) Nach allen diesen eben mitgetheilten Thatsachen zeigt demnach das Brauneisenerz im Allgemeinen zweierlei Ablagerungsstätten und Associationsverhältnisse:

a. primäre, wenn es sich entweder noch an seinen Muttermineralien selbst (— sei es als Verwitterungsrinde oder als Pseudomorphose —) oder doch in ihrer nächsten Umgebung also auf Gängen und Lagern von den oben genannten Eisenoxydul haltigen Mineralmassen — befindet. In diesem Falle steht es in Association theils mit seinen Muttermineralien theils mit den Zersetzungsproducten derselben, so mit Eisenkies, Manganspath, Manganoxyd, Psilomelan, Pyrolusit, Schwerspath, Kalkspath, Dolomitspath und Quarz.

b. secundäre, wenn es aus kohlensauren Eisenoxydullösungen entstanden ist, welche vom Wasser aus ihrer primären Bildungsstätte weggefluthet und im Schlamme oder Sand von Wasserbecken abgesetzt worden sind. In diesem Falle ist es vermischt mit Thon, Mergel, dichten Kalk oder Sand und steht in der Regel im Verband mit den Schieferthonen, Mergelschiefern, dichten Kalksteinen, Sandsteinen und Conglomeraten, deren Färbungsmittel es auch bildet.

I) Interessante Lagerstätten des Brauneisenerzes. — Unter len zahlreichen Brauneisenerzlagerstätten sind hauptsächlich folgende hier ıervorzuheben:

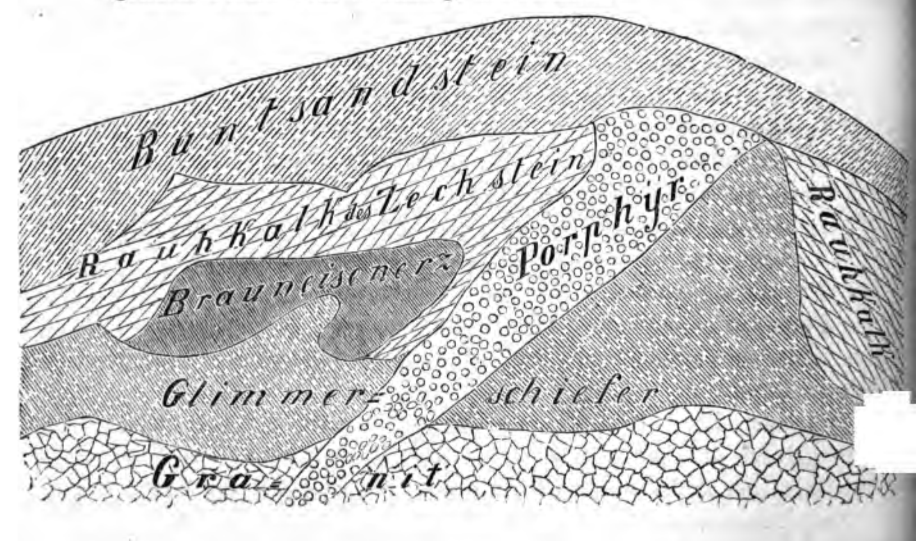
1) In den Steyermärker Alpen erhebt sich aus dem Thonschiefergebirge bei Eisenerz der gewaltige Eisenspathstock des Erzberges zu einer Höhe von 2600 Fuss über der Thalsohle, an dessen Massen

man die Umwandlung des Eisenspathes in Brauneisenerz ganz vortrefflich beobachten kann. — Dasselbe ist der Fall am **Hüttenberg in Kärnthen.**

2) Im **rheinischen Gebirgslande** befinden sich einerseits im Grauwackegebirge gewaltige Ablagerungen: im Nassauischen z. B. bei Dillenburg und im Fürstenthum Siegen, in welchem sich z. B. bei Müsen der merkwürdige Stahlberg erhebt und andererseits im Steinkohlengebirge von Saarbrücken bedeutende Lagermassen, welche im engen Verbande mit thonigem Sphärosiderit stehen.

3) Am **Harze** zeigt sich das Brauneisenerz hauptsächlich in der Nähe des Grauwackekalkes z. B. am Iberg bei Grund, bei Elbingerode und Rübeland u. s. w.

4) Am **Thüringerwalde** treten hauptsächlich zwei Ablagerungsräume hervor: einer am SO Rande bei Camsdorf und einer am südlichen Gehänge des nordwestlichen Gebirgszuges. Dieser letztere beginnt mit einem Eisenspathgange im Granite hinter dem Lustschlosse Altenstein, streicht hinter dem Bad Liebenstein, wo er das Material zur dasigen Stahlquelle liefert, weg nach Südwest zur Mommel und zum gewaltigen Stocke des Stahlberges zwischen Brotterode und Seligenthal, steht auf diesem Zuge überall im Verbande mit Eisenspath und ist hauptsächlich deshalb von Interesse, weil er einerseits alle Uebergänge vom Eisenspath in Brauneisenerz und Glaskopf bemerken lässt und andererseits zwei Züge, nämlich einen primären im Granit zwischen Altenstein und Brotterode und einen secundären zwischen dem Glimmerschiefer, Porphyr, Rauhkalk und Buntsandstein von der Mommel nach dem Stahlberg hin zeigt, wie man an beifolgendem Profile vom Stahlberge sehen kann:



5) Auch das Fichtelgebirge, der Böhmerwald, das Sudetengebirge ist reich an Brauneisenerz, wie er überhaupt wohl keinem Gebirge, welches Glimmer-, Hornblende- oder Hypersthengesteine enthält, fehlen dürfte.
6) Unter den ausserdeutschen Ländern sei hier nur noch die berühmte Eisenerzlagerstätte von Somorostro bei Bilbao in Spanien, welche nach Plinius schon von den Römern benutzt wurde, erwähnt.

3) Heimath, Associationsverhältnisse und Bildung der Limonite: Die Limonite sind Eisengebilde, welche nach den bis jetzt bekannt gewordenen Untersuchungen vorherrschend in den Tiefländern und auf den Gebirgsebenen der nördlichen Hemisphäre der alten wie der neuen Welt auftreten und in dem Grade an Massenhaftigkeit, Umfang und Zahl zunehmen, je weiter man sich von den Aequatorialgegenden aus nach dem Nordpole hin entfernt. Die Niederungen Hollands, des ganzen nordwestlichen, nördlichen und nordöstlichen Deutschlands sowie Russlands bis zum Ural hin und darüber hinaus einerseits und die moorigen Plateaus und die Seeen der Scandinavischen Gebirge in Wermland, Småland, und Dalarne beweisen dies hinlänglich. In allen diesen Landgebieten aber bilden sie, wie ich in meinem schon genannten Werke (S. 179—187) sattsam gezeigt habe, theils auf der Sohle von Seeen oder Mooren, theils im Boden von brüchigen Uferländereien, nassen Wiesen oder Aeckern, oder von Sandflächen, welche dicht mit Haidewäldern bedeckt sind, bald feste stetig zusammenhängende, bald aus isolirt neben einander liegenden knolligen Aggregaten bestehende Lagermassen, welche häufig eine Mächtigkeit von 1—5 Fuss bei einer Flächenausdehnung von mehreren Quadratmeilen besitzen.

Untersucht man nun diese Lagerorte der Limonite nach ihrer mineralischen und chemischen Beschaffenheit, so gelangt man zu folgenden Resultaten über die Bildung dieser eigenthümlichen Eisengebilde:

1) Sie finden sich stets an Orten, welche theils durch Wasser theils durch dichte Pflanzendecken theils auch durch eine dichte Erdkrumendecke gegen den Zutritt der Luft mehr oder weniger verschlossen sind;
2) Ihr Bildungsgebiet besteht aus Mineralmassen, welche reich sind:
   a. an Eisenoxydul haltigen Mineralmassen,
   b. an vitriolescirenden Eisenkiesen,
   c. an Eisenoxydhydrat haltigem Sandstein, Mergel, Schieferthon, Thon, Lehm oder Sand.
3) Die unmittelbare Decke dieses Gebietes besteht theils aus filzigen Lagen abgestorbener, in Verfaulung oder Vertorfung begriffener, Pflanzenmassen, theils auch aus dichten Wäldern lebender Pflanzen.
4) Diese Pflanzendecken sind die Mittel, durch welche das in den Mineralmassen ihrer Bodenumgebung vorhandene Eisen ausgezogen und zu massigen Eisensteinablagerungen angesammelt wird und zwar in folgenden Weisen:

a. Durch lebende Pflanzen:

1) Algen und andere Wasserpflanzen athmen zur Nachtzeit stets Kohlensäure aus, welche sich im Wasser ihrer Umgebung auflöst. Befindet sich nun ihr Standort über Gesteinen, welche Eisenoxydul enthalten, z. B. über Feldspath-, Glimmer-, Hornblende- oder Augitgesteinen, über Magneteisenerz oder Eisenspath, so wird das Eisenoxydul dieser Gesteine in doppeltkohlensaures Eisenoxydul umgewandelt, welches sich im Wasser löst. Aus dieser Lösung kann es nun auf doppeltem Wege als Eisenoxydhydrat ausgeschieden werden:
   - α. Die Eisenlösung kommt nach und nach an der Oberfläche des Wassers mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung und wird hierdurch in Eisenoxydhydrat umgewandelt, welches sich als unlöslich im Wasser zu Boden senkt und hier allmählig zu einem Brauneisensteinlager ansammelt, während die bei diesem Processe freiwerdende Kohlensäure sich zum grossen Theile wieder im Wasser löst und mit diesem verbunden von Neuem aus der mineralischen Umgebung das Eisenoxydul herauszieht.
   - β. Die Eisenlösung wird von den Wasserpflanzen eingesogen und in dem Körper derselben in der Weise zersetzt, dass die Pflanzen zuerst die Kohlensäure vom Eisenoxydul abziehen, dann aus dieser selbst wieder den Kohlenstoff zur Nahrung verwenden und dabei den Sauerstoff derselben frei geben, welcher nun theils das in den Pflanzenkörper eingedrungene theils das in der Umgebung desselben noch aufgelöste kohlensaure Eisenoxydul in Oxydhydrat umwandelt. Hierdurch werden die Pflanzen zuletzt von Innen und Aussen vereisert und in Folge davon so schwer, dass sie zu Boden sinken und sich hier allmählig zu einer Eisensteinmasse ansammeln, welche eigentlich nur aus einem Filze von vereiserten Pflanzenkörpern besteht. Berühmt sind in dieser Beziehung die aus vereiserten Wassermoosen bestehenden Eisenerzlager von Alexandrowsk u. a. Orten am Ural.

2) Alle Pflanzen, also auch die Algen, athmen bei ihrem Ernährungsprocess Sauerstoff aus. Geschieht dies in einem Wasser, welches kohlensaures Eisenoxydul gelöst enthält, so wird, wie unter 1) β. schon gezeigt worden ist, aus dem Eisenoxydul Eisenoxydhydrat.

3) Haiden, Heidelbeeren, Rieth- und andere Sumpfgräser enthalten in ihrem Körper Gerbesäure. Saugen diese Pflanzen nun Eisensalzlösungen ein, so entsteht in ihrem Körper unlösliches gerbesaures Eisenoxyd, welches diese Pflanzen dunkelgrün färbt und allmählig tödtet. Bei ihrer Verwesung entsteht aus ihrer Gerbesäure Kohlensäure, welche entweicht, und Eisenoxydhydrat, welches sich im Boden absetzt. Eben diese Pflanzen sondern aber auch aus ihren krankhaften

Wurzeln Gerbesäure aus. Befindet sich nun im Boden ihres Standortes irgend ein in der Bodenfeuchtigkeit gelöstes Eisensalz, sei es kohlensaures oder schwefelsaures (aus vitriolescirenden Schwefelkiesen), so wird dieses durch die ausgeschiedene Gerbesäure nach der oben angegebenen Weise zuerst in gerbesaures Eisenoxydul und dann durch Einfluss des Sauerstoffes in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Bemerkung: Alle diese, wie auch die noch folgenden Bildungsweisen der Limonite findet man in meinem schon genannten Werke S. 187—210 ausführlich beschrieben. Man kann die eben angegebenen Processe übrigens auch leicht beobachten: Die unter 1 und 2 genannten in jedem Wassertümpfel, welcher in eisenschüssigem Lehm eingegraben liegt und Algen beherbergt; die unter 3 aber erwähnten recht gut, wenn man sorgfältig ausgestochene und von Erde befreite Haidepflanzen in ein Gefäss mit Wasser setzt, in welchem kohlensaures Eisenoxydul aufgelöst ist. Aeschert man nach Verlauf von 4 Wochen diese so behandelten Haidepflanzen ein, so erhält man eine Menge von Eisenoxyd, welche der Quantität des Eisens von dem im Wasser gelösten Eisensalze entspricht. Bei diesem Versuche wird man auch bemerken, wie schon nach 24 Stunden das Wasser sich grünbraun von dem in demselben entstehenden gerbesaurem Eisenoxyd färbt.

b. Limonitbildung durch abgestorbene Pflanzenmassen. enn abgestorbene Pflanzensubstanzen unter Luftzutritt und gesteigerter rhitzung verbrannt werden, so verbindet sich ihr Kohlenstoff mit dem twährend zuströmenden Sauerstoffe der atmosphärischen Luft ganz und r zu Kohlensäure, so dass von ihnen nur noch die Mineralsalze, welche) Pflanzen während ihres Lebens aus dem Boden aufgenommen haben, sogenannte Aschenbestandtheile übrig bleiben. Zersetzen sich dagegen che Pflanzenreste bei gewöhnlicher Temperatur unter fortwährendem ıftzutritt, so vermag ihr Kohlenstoff nicht auf einmal soviel Sauerstoff an h zu ziehen, als zur Bildung von Kohlensäure nöthig ist. Unter Einfluss n Ammoniak, — welches gleich anfangs aus allen stickstoffhaltigen lanzenstoffen entsteht, aber auch in stickstofffreien Pflanzenmassen sich durch erzeugt, dass der Wasserstoff dieser Massen sich mit dem Stickstoff r im Boden eingeschlossenen Luft verbindet —, entwickeln sich alsdann s dem kohligen Bestandtheile dieser Substanzen die sogenannten Humusuren (Ulmin-, Humin-, Quellsäure), welche sich mit dem Ammoniak zu ımussaurem Ammoniak verbinden, aus welchem zuletzt durch Anziehung n Sauerstoff kohlensaures Ammoniak entsteht. Dieses humussaure Ammok ist eins der kräftigsten Lösungsmittel aller in seiner mineralischen ıgebung vorkommenden starkbasischen Metalloxyde, ja es vermag selbst s Sesquioxydhydrat des Eisens aus seinen mechanischen bindungen mit Lehm und Sand zu ziehen und mit sich zu im Wasser ichen humus- (quell-) saurem Eisenoxydhydratammoniak zu verbinden. nmt aber nun die gelbaussehende Lösung dieses eigenthümlichen Doppel-

salzes mit der Luft in Berührung, so bildet sich aus ihm — durch Oxydation der Humussäure zu Kohlensäure — ein unlösliches Gemenge von Eisenoxydhydrat mit kohlensaurem Ammoniak, aus welchem indessen das letztgenannte Carbonat nach und nach entweicht. In dieser Entstehungsweise vieler sogenannten Raseneisensteine liegt der Grund, warum dieselben im frischen Zustande beim Erwärmen mit Kalilauge einen Ammoniakgeruch verbreiten, dieses aber nicht mehr thun, wenn sie erst längere Zeit an der Luft gelegen haben. Aber das humussaure Ammoniak — und namentlich das quellsaure — vermag auch das Eisenoxydul seinen Verbindungen mit der Kieselsäure in Silicaten zu entziehen und mit sich in der oben beschriebenen Weise zu verbinden; ja es kann selbst nach wiederholt angestellten Versuchen phosphorsaures Eisenoxydul in sich auflösen und hierdurch Veranlassung geben zur Bildung von Limoniten, welche mit phosphorsaurem Eisenoxyd untermischt sind. Durch alles dieses wird das humussaure Ammoniak zu einem der kräftigsten Zersetzungsmittel von Mineralien und einem der wirksamsten Bildungsmittel von Limoniten. Indessen nicht blos dieses humussaure Salz, sondern auch die Humussäuren allein schon — und vorzugsweise die Quellsäure — tragen zur Bildung von Limonitabsätzen bei. Denn einerseits vermag die Quellsäure das Eisenoxydul aus seinen Verbindungen zu ziehen und es in quellsaures Eisenoxydul umzuwandeln, aus welchem dann später durch Oxydation zuerst kohlensaures Eisenoxydul und dann Eisenoxydhydrat wird und andererseits wandelt die Ulmin- und Huminsäure bei fehlendem Luftzutritt das Eisenoxydhydrat in Oxydul um, wodurch sie selbst zu Quell- oder Quellsatzsäure wird, die sich dann wieder mit dem eben erst gebildeten Oxydul verbindet.

Nach dem eben Mitgetheilten können also durch die sogenannten Humussäuren und das humin-, quell- und quellsatzsaure Ammoniak der unter Luftzutritt verwesenden Pflanzenmassen einerseits aus den Eisenoxydul haltigen Silicaten, Carbonaten und Phosphaten und andererseits aus dem Eisenoxydhydrate der mineralischen Pflanzenunterlage humussaure Eisensalze entstehen, welche sich in der Bodenfeuchtigkeit lösen und dann bei ihrer höheren Oxydation theils schon am Orte ihrer Bildung theils an anderen Stellen, wohin sie das Wasser gefluthet hat, oft sogar weit von ihrer Geburtsstätte, allmählig zu mehr oder minder starken Lagern von Quell-, Acker- oder Wiesenerz ansammeln. Demnach kann jeder Boden, welcher an seiner Oberfläche mit einer dicken Lage von verwesenden Pflanzenresten bedeckt ist und entweder in seiner Masse selbst oder in seiner mineralischen Unterlage Eisenoxydul haltige Mineralien oder mechanisch beigemengtes Eisenoxydhydrat enthält durch den Verwesungsprocess jener Organismenreste zur Bildungsstätte von Limoniten werden, wie man im Umfange einer jeden Quelle bemerken kann, welche einem solchen Boden entströmt.

2) Aber nicht blos die unter Luftzutritt verwesende, sondern auch die bei vollem Luftabschlusse sich zersetzende Pflanzensubstanz vermag aus dem Eisengehalte ihrer Umgebung massige Limonitlager zu bereiten. Wo nämlich abgestorbene feuchte Pflanzenmassen unter Luftabschluss stark zusammengepresst werden, wie dies namentlich auf dem Grunde stehender Gewässer theils durch die über ihnen ruhende Wassersäule, theils durch ihre nach unten drückende Masse selbst immer geschieht, da entsteht eine sich so stark steigernde Temperatur, dass nicht nur diese Pflanzenmassen verkohlen, sondern auch die so entstehende kohlige Substanz äusserst gierig allen Sauerstoff den Metalloxyden ihrer mineralischen Umgebung zu entziehen sucht. Auf diese Weise entstehen aus den schwefelsauren Metallsalzen Schwefelmetalle und aus den Oxyden derjenigen Metalle, welche schon in starker Hitze allein reducirt werden können, z. B. aus dem Kupferoxyde, reine Metalle, — das alles ist schon bei der Lehre von den Umwandlungen der Mineralien gezeigt worden. Auf eben diese Weise streben aber auch diese verkohlenden Pflanzenreste, das Eisenoxydhydrat ihrer mineralischen Umgebung zu desoxydiren. Dies gelingt ihnen indessen nur zum Theil, indem das aus der Reduction des Oxydhydrates entstehende Eisenoxydul eine starke Basis ist und sich deshalb in dem Augenblicke seines Entstehens mit den Säuren (Brenz-, Gein-, Quell- und Quellsatzsäure) verbindet, welche durch den geraubten Sauerstoff aus den kohligen Pflanzenmassen erzeugt werden. Das hierdurch gebildete Eisenoxydulsalz ist nun zwar nicht immer löslich im Wasser, — (so das geïn- und quellsatzsaure Eisenoxydul, während das durch die sich oxydirende Gerbsäure entstehende brenzsaure und quellsaure Eisenoxydul sich löst) —, da sich aber bei dem Vertorfungsprocesse ganz ähnlich wie bei dem Verwesungsprocesse auch humussaures Ammoniak entwickelt, so wird durch dieses Salz auf die oben schon erwähnte Weise auch das an sich unlösliche geïn- und quellsatzsaure Eisenoxydul löslich gemacht und hierdurch allmählig an der Oberfläche der es gelöst haltenden Wassertümpfel mit der Luft in Berührung gebracht und in Eisenoxydhydrat umgewandelt. Dieses sinkt nun zwar in seiner Bildungsstätte zu Boden, kann sich aber hier nicht eher dauernd ansammeln, als bis alle daselbst befindlichen Pflanzenreste vollständig zersetzt oder in bituminöse Torfkohle umgewandelt worden sind. Denn so lange dies noch nicht der Fall ist, werden diese Verkohlungsmassen das zu Boden sinkende Eisenoxydhydrat immer wieder von neuem desoxydiren und mit Hülfe des Ammoniaks in ein lösliches Oxydulsalz umwandeln, welches nun abermals an der Oberfläche in Eisenoxydhydrat umgewandelt wird und zu Boden sinkt, um abermals von den noch vorhandenen Verkohlungsmassen wieder desoxydirt zu werden.

Dies ist der Weg, auf welchem der abgestorbene, im Vertorfungsprocesse begriffene, Pflanzenkörper die in seiner nächsten Umgebung befindlichen Steine enteisert und selbst aus den verhältnissmässig geringen Spuren des

in ihnen enthaltenen Eisenoxyduls oder Eisenoxydhydrates im Zeitverlaufe massige Limonitablagerungen ansammelt. Man kann diesen Verlauf der Limonitbildung leicht beobachten, wenn man ockergelbe Sandsteine oder auch Mergelstücken in ein Fass thut, darüber unreifen, eben erst in Verkohlung begriffenen, Torf legt und dann das Fass voll Wasser giest. Man wird alsdann schon nach 14 Tagen eine sich fortwährend erneuernde, regenbogenfarbig schillernde, Haut auf dem Wasser bemerken, die sich allmählig ockergelb färbt und dann auf kurze Zeit verschwindet, um wieder von neuem zu entstehen. Diese Schillerhaut rührt von dem im Wasser gelösten quellsaurem Eisenoxydule her, welches sich an der Wasseroberfläche allmählig in Eisenoxydhydrat umwandelt und dann zu Boden sinkt, um einer neuen Oxydullösung Platz zu machen. Lässt man das Fass ein Jahr lang oder überhaupt solange mit Wasser gefüllt stehen, bis sich keine solche Regenbogenhaut mehr an der Oberfläche des letzteren erzeugt und bohrt alsdann seine Seitenwände etwa 8 Zoll hoch über seinem Boden an, dass das Wasser abfliessen kann, so findet man nach Austrocknung des in dem Fasse enthaltenen Schlammes zunächst auf dem Boden einen weissen sandigen Absatz, welcher bei Anwendung von Sandstein aus Sand und Thon, oder bei Mergel von weissgefärbten pulverigen Kalk und Thon besteht; darüber aber einen ockergelben Schleim, welcher an der Luft zu sich kugelig umkrümmenden Schalen erhärtet und aus Eisenocker besteht; darüber endlich einen schwarzen, bituminös riechenden Kohlenschlamm, welcher ausgetrocknet mit schwacher Flamme verbrennt.

Bemerkung: Auch über diese Art der Limonitbildung findet man in meinem Werke S. 195 und ff. §. 67 und 68 weitere Erklärungen und Aufschlüsse. — Bemerkenswerth erscheint es mir übrigens, dass es mir nie geglückt ist, auf die beschriebene Weise aus braunrothen Sandsteinen oder Mergeln Limonit zu erzeugen und dass mir überhaupt trotz vielfacher Untersuchungen kein Fall bekannt geworden ist, in welchem durch verwesende oder verkohlende Pflanzenreste reines Eisenoxyd desoxydirt und in ein Oxydulsalz umgewandelt worden wäre. Das Rothliegende bei Eisenach enthält hie und da Sumpfungen und kleine Moorbildungen, aber nirgends eine Spur von Limonit oder eine Quelle, welche Eisen enthielte und absetzte. Das reine Eisenoxyd scheint hiernach durch Pflanzensäuren unangreifbar zu sein.

Die auf die eben beschriebene Weise entstehenden Eisenoxydhydratmassen sind im Anfange stets klebrigschleimig und bleiben deshalb an allen Körpern, die sie berühren, hängen. Auf diese Weise überziehen und vereisern sie Baum- und Pflanzentheile, verkitten sie Sandkörner und Erdkrumen. Kommen sie aber mit der Luft in Berührung oder trocknet ihre Bildungsstätte aus, so erhärten sie sehr bald und bilden nun ähnlich dem Thonschlamme eckig abgerundete, oft schalig abgesonderte Knollen, welche den ei- oder kugelförmigen thonigen Sphärosideritknollen oft sehr ähnlich sind.

ber auch in ihrer noch nassen Lagerstätte sondern sie sich schon zu ıolligen Aggregaten ab, zumal wenn sich ihre Masse an einzelnen kleinen teinen oder anderen Körpern absetzen kann. Ausserdem werden auch och ihre zusammenhängenden Lagermassen dadurch in einzelne Nester und nollige Aggregate abgesondert, dass sie durch neu hinzukommende Pflanzennassen theilweise wieder aufgelöst werden.

Wie in ihrer körperlichen Entwickelung, so werden auch die Limonitgebilde, so lange sie noch weich sind, in ihrem chemischen Bestande mannichfach verändert theils durch die alkalischen Salze, theils auch durch die Säuren, welche sowohl aus den vertorfenden Pflanzenresten wie auch aus den sich fortwährend zersetzenden Mineralmassen ihrer Umgebung sich erzeugen. Unter allen den jetzt verändernd auf die weichen Limonitbildungen einwirkenden Reagentien aber ist namentlich die Phosphorsäure zu erwähnen, welche an Kalkerde gebunden nicht nur in den meisten Torf bildenden Gewächsen, sondern auch in der Körpermasse der, Sümpfe und Moräste bewohnenden, Thiere vorkommt, bei der Zersetzung derselben frei wird und sich dann in dem mit Kohlensäure versehenen Wasser der Moore auflöst. Kommen nun diese Lösungen des phosphorsauren Kalkes mit quellsaurem Eisenoxydul in Berührung, so entsteht durch Umtausch der Säuren einerseits phosphorsaures Eisenoxydul, welches als unlöslich im Wasser zu Boden sinkt und sich daselbst mit dem vorhandenen Limonitschlamme mischt, und andererseits quellsaurer Kalk, welcher gelöst bleibt. So lange diese Gemische von Eisenoxydhydrat und phosphorsaurem Eisenoxydul unter Wasser liegen, erscheinen sie ockergelb und weiss gefleckt und geadert; sowie sie aber mit der Luft in Berührung kommen, werden ihre weissen Flecken durch Umwandlung des phosphorsauren Eisenoxyduls in phosphorsaures Eisenoxyd grün und blau (Vivianit).

Zusatz: Wenn man Eisenvitriollösung in eine verdünnte kohlensaure Lösung von phosphorsaurem Kalk tröpfelt, so erhält man phosphorsaures Eisenoxydul und Gyps, welcher sich bei Zusatz von vielem Wasser vollständig löst. Filtrirt man die Gypslösung ab, so bildet sich an dem weisslichen Rückstande im Filter ebenfalls blauer Vivianit. Bedenkt man nun, das in dem Wassertümpfeln der Moore, welche auf Dioriten, Thonschiefer etc. lagern, sehr häufig Eisenvitriol gelöst vorkommt und auch die fauligen Reste von Fröschen, Molchen und Kröten nicht fehlen, so ist durch dieses alles ebenfalls ein reichliches Material zur Bildung von phosphorsaurem Eisenoxyd gegeben. Es darf daher unter diesen Verhältnissen nicht wunderbar erscheinen, wenn die Limonitbildungen dieser Localitäten fast stets phosphorsaures Eisenoxyd enthalten.

Soviel über Bildungsweise der Limonite. Es ist klar, dass dieselben sich in einer Localität so lange bilden und entwickeln werden, als noch die Ursachen zu ihrer Bildung vorhanden sind. Demgemäss ist auch die

Ansicht wahr, dass diese Eisengebilde in ihren Lagerstätten nicht blos an Massenhaftigkeit zunehmen, sondern auch nach ihrer Wegnahme wieder nachwachsen können, so lange man die Bedingungen zu ihrem Entstehen und ihrer weiteren Entwickelung nicht entfernt.

Es sind übrigens diese eigenthümlichen Eisenbildungen eine Schöpfung nicht blos der Gegenwart oder jüngsten Vergangenheit, sondern auch von längst verschollenen Erdrindebildungsperioden; denn die massigen Sphärosiderit-Ablagerungen der Steinkohlenformation und die eigenthümlichen Eisenoolithe der Juraperiode sind am Ende nichts weiter als urweltliche Limonitbildungen.

3) Heimath, Associationsverhältnisse und Bildung des Eisenoxydes (Rotheisenerzes). Das Brauneisenerz und der Limonit treten nie als wesentliche Gemengtheile von ganz frischen krystallinischen Felsarten auf und kommen überhaupt stets unter solchen Verhältnissen und Formen vor, dass man sie als Umwandlungsproducte anderer Eisenerze oder auch als Zersetzungsproducte Eisenoxydul haltiger Mineralien betrach tenmuss. Anders aber ist es mit dem Rotheisenerze.

a. Das krystallinische Rotheisenerz — (der Eisenglanz und Eisenglimmer) — bildet zunächst für sich allein mächtige Ablagerungsmassen, (z. B. auf der Insel Elba, in Ungarn bei Poratsch und Dopschau, in Schweden und Lappland [Norberg, Grengesberg, Longbanshytta etc.], in Brasilien etc.) und prächtige Krystalldrusen (z. B. am St. Gotthard, zu Framont in den Vogesen, Altenberg in Sachsen etc.), sodann tritt es auch statt des Glimmers als wesentlicher Gemengtheil in manchen Graniten und Gneissen, vor allen aber im Glimmerschiefer auf und bildet dann im Gemenge mit Quarz, Magneteisen und Goldkörnchen den Eisenglimmerschiefer, welcher z. B. in Brasilien (Minas Geraes) mächtige Gebirgsstöcke zusammensetzt; endlich aber erscheint es auch eingewachsen und eingesprengt in Hornblende- und Augit haltigen Felsarten, so im Diorit, Diabas, Dolerit, Felsitporphyr und Trachyt. In allen diesen Fällen zeigt es sich vorherrschend im Verbande mit Magnesiaglimmer, mit Hornblende, welche Eisenoxyd und Titansäure enthält, mit Magneteisenerz oder endlich mit Quarz, also mit lauter Mineralien, welche — abgesehen vom Quarz — unter ihren chemischen Bestandtheilen Eisenoxyd enthalten. Ausserdem bemerkt man es noch auf Gängen in Association mit Rutil (so namentlich auf Spalten von Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeschiefer und dann gewöhnlich in Gesellschaft von Quarzkrystallen), mit Quarzarten, Kalk-, Eisen-, Dolomit-, Schwer- und Flussspath, — also wieder von Mineralien, welche vorherrschend aus der Zersetzung der obengenannten Silicate hervorgehen. — Endlich findet man aber auch Krystallgruppen von Eisenglanz in vulcanischen Auswurfsgesteinen, so namentlich in der Auvergne und am Vesuv unter Verhältnissen, welche für seine vulcanische Bildung sprechen.

b. Das massige Rotheisenerz oder der Rotheisenstein (rother ıskopf z. Th.) dagegen bildet nie einen wesentlichen Gemengtheil von schen krystallinischen Felsarten, wohl aber findet man es häufig als rwitterungsproduct von Magnesiaglimmer haltigen Gesteinen, so nament- h in oder an Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und Glimmerdiorit.

1) Hinter Bad Liebenstein am Thüringer Walde tritt dicht an der Chaussee, welche nach Schmalkalden führt, ein Granit zu Tage, dessen Oligoklas in Kaolin umgewandelt erscheint, während seine Glimmerschüppchen nur noch aus kirschrothem Eisenoxyd bestehen. Tiefer in der Masse dieses Granites findet man den Glimmer noch ganz unversehrt. Das Interessante bei der Umwandlung dieses Glimmers ist, dass die Eisenoxydschüppchen noch vollständig die Form und Lage des ursprünglichen Glimmers haben.

2) Dicht vor Ruhla an der Nordseite des Thüringer Waldes lagert am Ringberge ein Gneiss, dessen Magnesiaglimmerlamellen ganz oder theilweise in braunrothes Eisenoxyd umgewandelt erscheinen. In manchen Lagen erscheint dieses Eisenoxyd äusserlich dem Glimmer so täuschend ähnlich, dass man erst durch das Ritzen der Steinmasse seinen wahren Charakter erkennt. An anderen Stellen wieder ist das Gestein ein wahrer Granulit, welcher von Eisenoxydlamellen durchzogen erscheint. Endlich trifft man auch Lagen in diesem Gneisse, deren Oligoklas in eine faserig-blättrige Kaolinmasse umgewandelt ist, während von ihrem Glimmer nur noch einzelne Eisenoxydputzen (Flammen) übrig geblieben sind. Bemerkenswerth erscheint hierbei noch, dass zwischen denjenigen Lagen dieses Gesteines, deren Glimmer ganz in Eisenoxyd umgewandelt ist, zolldicke Lagen von einer graugrünen Masse vorkommen, welche sich in ihrem chemischen Verhalten bald mehr dem Pinitoid, bald mehr dem Speckstein nähert.

3) Die Hauptmasse des Ringbergs und Breitenbergs bei Ruhla besteht aus Magnesia-Glimmerschiefer, welcher Eisenoxydul und Eisenoxyd unter seinen chemischen Bestandtheilen besitzt. Bei seiner Verwitterung färbt sich das im frischen Zustande eisengraue Gestein durch Anziehung von Wasser und Oxydation seines Eisenoxyduls zuerst silberweiss, so dass man es für Kaliglimmerschiefer halten möchte, dann aber glänzend messinggelb, so dass es dem Eisenkies ähnlich wird, und endlich ockergelb, wobei es seinen Glanz ganz verliert und an seiner Oberfläche einen zarten, erdigen Beschlag von Eisenocker bekommt. Wasser wäscht diesen Beschlag weg und nun zeigt sich das Gestein von dem noch übrigen Eisenoxyde des Glimmers zuerst schön kirschroth und glänzend, so dass man Lithionglimmer vor sich zu haben meint, später aber braunroth und erdig. Das letzte Verwitterungsproduct dieses Schiefers ist endlich ein braunrother von

unzähligen, äusserst zarten Glimmerschüppchen und Quarzkörnchen durchzogener eisenschüssiger Thon (Lehm). — So zeigt sich die Zersetzung des Magnesiaglimmers an der Oberfläche seiner Gesteinsmassen; anders aber verhält sich dieselbe innerhalb der Schieferspalten. Wo nämlich die Schieferlagen dieses Gesteines so aufgerichtet stehen, dass von Aussen her Feuchtigkeit zwischen die einzelnen Lagen desselben eindringen kann, da wird namentlich dann, wenn das Gestein aus Quarzlagen besteht, deren jede auf ihren beiden Flächen mit einer wellig runzeligen Glimmerlamelle bedeckt ist, die ganze Glimmermasse in der Weise zersetzt, dass nur noch das Eisenoxyd derselben übrig bleibt, welches nun, ganz die wellig runzelige Lamelle des ehemaligen Glimmers nachahmend, als ein eisenschwarzer Spiegel beide Flächen der Quarzlagen in der Weise bedeckt, dass stets zwei solcher Spiegel auf einander zu liegen kommen und genau mit ihren Falten und Runzeln auf einander passen. Häufig trifft man in diesem quarzreichen Glimmerschiefer noch Lagen, in denen die Glimmerlamellen nur theilsweise in Eisenspiegel umgewandelt erscheinen, so dass man an ihnen deutlich beobachten kann, dass diese Spiegel wirklich aus der gänzlichen Zersetzung des Glimmers hervorgegangen sind. (Das Weitere hierüber bei der Beschreibung des Magnesiaglimmers.)

Indessen nicht blos Magnesiaglimmer, sondern auch manche Hornblende, so namentlich die basaltische, wie sie sich häufig in dem Basalte der Rhönberge findet, liefert bei ihrer gänzlichen Zersetzung erdiges Rotheisenerz, wie bei der Umwandlung der Hornblendearten noch näher gezeigt werden soll. Endlich findet man auch bisweilen in krystallinischen Gesteinen, welche Magneteisenerz enthalten, z. B. im Serpentin und Chloritschiefer, dieses Erz in der Weise in Rotheisenerz umgewandelt, dass dieses letztere noch ganz die Krystallform des Magneteisens ausfüllt. — Aber in allen diesen Fällen ist das Rotheisenerz als ein Zersetzungsproduct Eisenoxyd haltiger Mineralien zu betrachten. — Ausserdem aber bildet dieses Eisenerz theils in seinen reinen Abänderungen, theils in seiner Untermischung mit Kieselerde, Kalk oder Thon für sich allein bedeutende Ablagerungsmassen. Die reinen Rotheisenerze treten vorherrschend in den älteren Formationen der Erdrinde auf und finden sich hauptsächlich gang- oder lagerartig in der nächsten Umgebung derjenigen Gebirgsarten, aus deren Zersetzung sie muthmasslich entstanden sind, so in der Nähe von Glimmergesteinen, Thonschiefern, Schaalsteinen, Diabasen, Melaphyren und Felsitporphyren, am häufigsten also im Gebiete der Urschiefer, Grauwacke und hie und da auch noch im Rothliegenden. Die kalkigen, kieseligen und thonigen Rotheisensteine dagegen sind in den jüngeren Formationen zu Hause und bilden in diesen oft bedeutende Lager, welche gewöhnlich mit Thonsteinen, Sandsteinen und Mergeln in Verband stehen.

leren intensiv braunrothe Färbung deutlich genug das ihre ganze Masse lurchdringende Eisenoxyd anzeigt.

Reich an Rotheisenerz ist das sächsische Erzgebirge, wo hauptsächlich der rothe Glaskopf (z. B. bei Schwarzenberg) grossartig entwickelt auftritt; Voigtland (Saalfeld); der Harz (Osterode, Lerbach, Altenau, Lauterberg, Elbingerode, Zorge, Ilfeld etc.); Oberhessen; Waldeck (z. B. am Martenberge); Siegen; Nassau; Württemberg etc.

Wie man aus allem eben Mitgetheilten hinlänglich ersieht, so kommt das Eisenoxyd hauptsächlich unter viererlei Verbindungsverhältnissen vor, nämlich:

1) als krystallinischer Bestandtheil von scheinbar noch unveränderten krystallinischen Felsarten;
2) als wahres Verwitterungs- oder Umwandlungsproduct von Magnesiaglimmer, Hornblende oder Magneteisenerz haltigen krystallinischen Felsarten;
3) als klastische Ablagerungsmasse und dann in Verbindung mit anderen klastischen Erdrindemassen, sei es nun
   α. als selbstständige Masse oder
   β. als Gemengtheil von klastischen Gesteinen, indem es entweder für sich allein (z. B. in dem unter dem Namen Tapanhoacanga bekannten Eisenconglomerate Brasiliens) oder in inniger Untermischung mit Thon oder Mergel das Bindemittel derselben bildet;
4) als Pseudomorphosen-Bildungsmittel nach Kalk- und Flussspath, Pyrit etc.
5) als vulcanisches Product in den Laven und anderen vulcanischen Ejectionsmassen.

Nach allen diesen Vorkommnissen kann man für die Bildungsweise des Eisenoxydes folgende Annahmen aufstellen:

1) Der Eisenglanz und Eisenglimmer ist ein krystallinisches Umwandlungsproduct von Eisenoxyd haltigen Mineralien und kann entstehen
   a. auf wässerigem Wege:
      α. durch höhere Oxydation von kohlensaurem Eisenoxydul;
      β. durch Carbonisirung und Auswaschung oder höhere Oxydation des Eisenoxyduls im Magneteisenerz. Nach G. Rose (Reise am Ural Bd. II. S. 234) kommen im Serpentin von Kalinowski kleine Magneteisenoctaëder vor, die in rothes Eisenoxyd umgewandelt erscheinen und wenig Zusammenhalt haben. In Nordamerika am Lake Superiore sind auf diese Weise mächtige Massen dieses Erzes in Rotheisenerz umgewandelt worden. Der Martit in Brasilien, welcher in Octaëdern des Magneteisenerzes auftritt, aber ein spec. Gewicht = 4,8 und ein rothes Ritzpulver besitzt, ist nichts weiter als ein in Eisenoxyd umgewandeltes Magneteisenerz. Dasselbe gilt wohl auch von den Pseudo-

morphosen des Eisenoxyds nach Magneteisenoctaëdern im Pfitsch- und Zillerthal, bei Framont und am Puy de Dome. Ja ich möchte glauben, dass alle die Eisenglanze, welche Eisenoxydul enthalten und in der Umgebung von Magneteisenerzlagern auftreten, also auch die von Elba, aus Magneteisenerz entstanden sind;

γ. durch gänzliche Zersetzung von Eisenoxyd haltigen Silicaten;

b. auf feurigem Wege, indem an Vulcanen heisse Wasserdämpfe auf Chloreisen einwirkten (vergl. Covelli in den Annal. d. Chim. XXVI. 419). Auch Mitscherlich (Poggend. Annal. XV. 630) hat die Bildung von Eisenglanzkrystallen in einem Töpferofen zu Oranienburg beobachtet.

2) Das gemeine Rotheisenerz aber ist wohl in den allermeisten Fällen ein Umwandlungs- oder Verwitterungsproduct theils von Eisenoxyd haltigen Mineralien, theils auch von Schwefeleisen. Entsteht es aus Eisenoxydul haltigen Mineralien, so bildet sich zuerst Eisenspath, dann Eisenoxydhydrat und endlich durch Entwässerung des letzteren Eisenoxyd, wie beim Brauneisenerz schon gezeigt worden ist. In diesem Falle kann es nun entweder Umwandlungspseudomorphosen nach den Mineralien, aus deren Umwandlung es entstanden ist, — also nach Eisenspath und Schwefeleisen —, oder Umhüllungs- und Verdrängungspseudomorphosen nach anderen Mineralgestalten, z. B. nach Kalk- und Flussspath, bilden oder auch die an der Oberfläche von Gesteinen hervortretenden Eisenspiegel, oder endlich die stalaktitischen Massen des rothen Glaskopfs darstellen. Entsteht es dagegen aus Eisenoxyd haltigen Mineralien, so bildet es in Untermischung mit Thon das letzte Product, welches nach Auslaugung aller löslichen Bestandtheile eines Minerales durch kohlensaures Wasser übrig bleibt, die Verwitterungsrinde auf den Ueberresten seiner Muttersteinmasse und zugleich mit dieser Rinde das Material, aus welchem die Fluthen des Wassers einerseits die rothen Thoneisenstein- und andererseits die rothen eisenschüssigen Schieferthon-, Mergel-, Sandstein- und Conglomerat-Ablagerungen schafft.

4) Heimath, Associationsverhältnisse und Bildungsweise des Magneteisenerzes. — Wie der Limonit, so gehört das Magneteisenerz vorherrschend den Landesgebieten der nördlichen gemässigten und kalten Zone an; denn die Menge und Massenhaftigkeit seiner Stöcke und Lager nimmt um so mehr zu, je mehr man sich der Polarzone nähert. Demgemäss treten die meisten und mächtigsten Massen desselben in den nördlichsten Landesstrichen von Europa, Asien und Amerika auf. In Norwegen befinden sich unter anderen die colossalen Lager von Arendal. Schweden aber ist noch reicher; denn aus seinem

Gneisse treten ganze Magneteisenberge hervor, so bei Norberg in Westmanland, Philipstad in Wermeland, am Grengesberge in Dalarne, am Taberg in Småland, vor allen aber bei Dannemora, wo in 25 Gruben ein 180 Fuss breiter Stock Magneteisenerz abgebaut wird. In Lappland treten die gewaltigen Magneteisenberge Kirunavara (800 Fuss dick und 8000 Fuss lang) und Luossavara in Torneå-Lappmark und der 10,000 Fuss breite und 16,000 Fuss lange, mit Eisenglanz untermengte, Magneteisenstock am Gellivara in Luleå-Lappmark hervor. Am Ural machen sich namentlich folgende, im Gebiete des Uralitporphyrs auftretende, Magneteisenberge bemerklich: der Wissokaja Gora, welcher sich als ein 300 Lachter langer, 250 L. breiter und 41 L. mächtiger Berg westlich von Nischne-Tagilsk mitten aus der Ebene aus einem massigen Porphyrstocke erhebt; ferner der isolirt dastehende Bergrücken des Blagodat bei Kuschwinsk, der Kaschikanar bei Nischne-Turinks u. s. w. In Nordamerika erheben sich aus dem Gebiete des Glimmerschiefers am Lake Superior im Vereine mit gediegenem Kupfer mehrere 1000 Fuss mächtige Berge von Magneteisenerz, welches zum Theil in Rotheisenerz umgewandelt erscheint.

Bemerkung. Im „Auslande“ (1853. S. 616 ff.) wird mitgetheilt, dass man auf St. Domingo einen Kalkberg aufgefunden habe, dessen ganzer nördlicher Abhang dick mit Magneteisenblöcken bedeckt sei.

In Deutschland treten zwar auch noch Magneteisenlager auf, aber sie erscheinen nur unbedeutend gegen die oben angedeuteten nordischen; so zeigen sich welche in Steiermark, Mähren, Schlesien, Böhmen (bei Joachimsthal, Presnitz etc.), Sachsen (bei Breitenbrunn und Berggiesshübel etc.), am Thüringer Walde (am schwarzen Crux bei Schmiedefeld), am Harze (bei Altenau am Spitzenberge), im Nassauischen (bei Odersbach im Schalstein) u. s. w.

Zu den bis jetzt bekanntgewordenen südlichsten Ablagerungen gehören die Magneteisenerze von Rio auf Elba, von Asturien und von Marbella im südlichen Spanien, sowie die von Brasilien, wo dieses Erz auch einen wesentlichen Gemengtheil der schon erwähnten klastischen Felsart „Tapanhoacanga“ bildet.

Wenn nun aber auch das Magneteisenerz in südlicheren Länderstrichen nicht mehr in solchen selbstständigen Massen auftritt, wie in den nördlichen, so fehlt es doch nirgends ganz; denn es bildet in vielen, — und grade in den am weitesten verbreiteten —, Felsarten theils einen wesentlichen, theils einen unwesentlichen Gemengtheil. Wesentlich erscheint es in den Basaltiten, so im Basalt, Dolerit, Nephelindolerit, Trachydolerit, und in den Diabasiten, so im Diabasmandelstein und Augitporphyr — überhaupt in denjenigen gemengten krystallinischen Felsarten, welche Augit oder basaltische Hornblende enthalten. Mehr unwesentlich dagegen erscheint dieses Erz zunächst im Hypersthenfels, Gabbro und

in Hornblende haltigen Gesteinen und dann gewöhnlich mit Titansäure verbunden, was nicht ohne Bedeutung ist, da sowohl Hornblende wie Hypersthen häufig neben Eisenoxydul und Eisenoxyd auch Titansäure enthalten; sodann im Talk-, Chloritschiefer und Serpentin; ferner in Magnesiaglimmer haltigen Gesteinen, so im Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und Urthonschiefer; ferner im körnigen Kalksteine; endlich aber auch in Nephelinlaven am Vesuv.

Ausserdem bilden krystallinische und abgerundete Körner von Magneteisenerz (Magneteisensand) einen Hauptbestandtheil des Sandes des Meeres und aller derjenigen Flüsse, welche aus vulcanischen, namentlich basaltischen, Gebirgen kommen, und erscheinen dann bisweilen begleitet von Gold- und Platinkörnern oder auch von Edelsteinen.

In allen bis jetzt angeführten Vorkommnissen erscheint demnach das Magneteisenerz vorherrschend in Association mit folgenden Mineralien:

1) Mit Augit, welcher abgesehen von den Basaltiten und Diabasiten als der treueste Gefährte des Magneteisenerzes erscheint. Denn er findet sich auch da im Verbande mit dem letzteren, wo dasselbe für sich allein massige Lager bildet.

Auf diese Weise erscheint das Magneteisenerz

α. bei Arendal mit Augit, aber auch mit Hornblende, Granat und Epidot verbunden. Ja diese letztgenannten drei Mineralien erscheinen ebenso wie das Magneteisenerz nach Forchhammer (Amtlicher Bericht über die 24. Versammlung deutscher Naturforscher in Kiel S. 281) erst aus der Umwandlung des Augites hervorgegangen. Ebenso theilt auch Weibye (Jahrb. d. Miner. 1847. S. 699) mit, dass in der Thorbjörnsbo-Grube bei Arendal Magneteisen im innigen Gemenge mit rothem Granat und Augit oder Hornblende vorkommt und dass dieses Gemenge in isolirt hervortretenden Bruchstücken bald vom Magneteisenstein umschlossen wird, bald diesen umschliesst und bald wieder mit ihm verfliesst.

β. Am Blagodat bei Kuschwinsk steht der Magneteisenstein nach G. Rose (Reise nach d. Ural. Bd. I. S. 342 ff.) in engem Verbande mit dem Augit-(Uralit-)porphyr: „Am Gipfel dieses Berges mengt es sich mit diesem Gesteine und tritt zuletzt ganz herrschend auf. Er enthält daselbst oft Eisenkiese, Kalkspath und Analcim theils in Drusen, theils eingewachsen. Am Katschkanar bei Nischne-Turinsk bildet er geradezu körnige Gemenge mit dem Augit (Reise Bd. I. S. 379).

2) Mit basaltischer Hornblende findet sich das Magneteisenerz ebenso stetig im Verbande wie mit dem Augite, so z. B. am Baier auf der Rhön. Bei der Verwitterung des daselbst anstehenden Basaltes fallen die in demselben vorhandenen, oft 2 Zoll langen und

1 Zoll breiten Hornblendekrystalle aus. Unter diesen ausgefallenen Krystallen bemerkt man oft solche, die auf ihren Spaltflächen mit einer zarten Rinde theils von Kalkspath, theils von krystallinischem Magneteisenerz überzogen sind. Dieses Magneteisenerz ist aber stets titanhaltig und seinem ganzen Auftreten nach aus der theilweisen Umwandlung der ebenfalls titanhaltigen Hornblende entstanden. Bemerkenswerth erscheint es mir, dass ich bis jetzt stets nur in solchen Basalten titanhaltiges Magneteisenerz gefunden habe, welche basaltische Hornblende enthielten. Es muss demnach das Auftreten des ersteren abhängig sein von dem Vorhandensein der letzteren.

3) Mit Hornblende steht das Magneteisenerz ebenfalls in engem Verbande, wie beim Augite schon erwähnt worden ist. Auch am Thüringer Walde ist dies der Fall. In der Umgegend von Ilmenau und auch bei Schmiedefeld kommt ein Hornblendegestein vor, welches Magneteisenkörner enthält; ja es haben sich in demselben Putzen von körnigem Magneteisenerz ausgeschieden. Zugleich erscheinen daselbst Kalkspath, Epidot und Granat im Verbande theils mit dem Magneteisenerze unter Verhältnissen, dass man alle diese Mineralien für Umwandlungsproducte der Hornblende halten kann.

4) Mit Hypersthen gemengt kommt es oft in dem Hypersthenfels am Thüringer Walde, meist aber unter Verhältnissen vor, dass man es als ein Zersetzungsproduct des Hypersthens ansehen muss. In der Umgebung des Spiessberges bei Friedrichrode nämlich bildet der Hypersthenfels bald kleine Knollen, bald grosse Kugeln. So lange nun diese Kugeln frisch sind, bestehen sie aus einem feinkörnigen Gemenge von Hypersthen mit Oligoklas, in welchem man keine oder nur undeutliche Spuren von Magneteisenerz bemerken kann; sobald sie aber in voller Verwitterung begriffen sind, erscheinen sie concentrisch schalig abgesondert, und dann auf den gewölbten Absonderungsflächen ihrer Schalen entweder mit einem eisenglänzenden Ueberzug von Magneteisen oder wohl mit schuppigem Eisenglanz bedeckt. (Vgl. hinten den Hypersthen.)

5) Noch häufiger tritt Diallag als ein Begleiter des Magneteisenerzes auf, so im Gabbro der Baste am Harze und der Salzburger Alpen; und im Serpentin der Alpen.

6) Dass Magneteisenerz neben Augit und Hornblende auch mit Granat vorkommt, ist oben unter 1 erwähnt worden. Bei Schmiedefeld am Thüringer Walde bildet es im körnigen Gemenge mit braunem Eisengranat den sogenannten Granateisenstein. Bei Ilmenau dagegen kommt es auf Klüften eines Hornblendegesteins zugleich mit Thoneisengranat (Eisenoxyduloxyd-Granat), Epidot und Kalkspath vor.

7) Im Serpentin, Chlorit und Talkschiefer kommt das Magnet-

eisenerz sehr häufig und zwar oft in den schönsten Krystallen vor. Bei Orpus und Presnitz in Böhmen erscheint es im Serpentin zugleich in Gesellschaft von Augit, Hornblende und Granat. Im Zillerthale findet man die schönsten Magneteisenoctaëder im Chloritschiefer, zugleich mit Pyritwürfeln; zu Finbo bei Fahlun aber erscheinen die Magneteisenkrystalle oft dick mit Chlorit überzogen, ebenso am Schwarzenstein im Zillerthal.

8) Glimmer, und zwar Magnesiaglimmer, ist ebenfalls ein häufiger Begleiter des Magneteisenerzes. Die bedeutenden Lagermassen dieses letzteren in Scandinavien befinden sich vorherrschend im Gneiss und Glimmerschiefer; im Granite ist es ebenfalls nicht selten, wie schon die Einwirkung dieses Gesteines an manchen Orten — z. B. an den Schnarcherklippen bei Schierke auf dem Harze und am Glöckler bei Ruhla auf dem Thüringer Walde — auf die Magnetnadel beweist. Auch erscheinen nach Bischoff (a. a. O. Bd. II. S. 587) körnige Magneteisenmassen mit Glimmertheilchen gemengt und mit zierlichen Glimmerkrystallen in Drusenräumen von Augitlava. Es ist nirgends angegeben, was für eine Glimmerart hier gemeint ist. Nach den mir bis jetzt bekannt gewordenen Fällen, namentlich von Schweden und vom Thüringerwald ist es stets Magnesiaglimmer und zwar in Begleitung von Hornblende. Auch in den Granittrümmern des Rothliegenden bei Eisenach finden sich bisweilen kleine Magneteisenkörnchen in der Begleitung von Magnesiaglimmer.

9) Quarz kommt oft in Gesellschaft des Magneteisens vor, oft sogar drusenweise mitten in den Massen des letzteren, so namentlich in Schweden, Norwegen, Brasilien, am Ural. Bei Fahlun kommt nach Daubrée (Scandinaviens Erzlagerstätten S. 30) Magneteisenerz mit Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz und Blende auf einer quarzigen Gangart vor. Höchst interessant ist nach Bischoff (Bd. II. S. 588) eine Stufe, welche aus einem körnigen Gemenge von Magneteisen mit Quarzkörnchen besteht und einen Kern von Spirifer speciosus umschliesst.

10) Dass auch Eisenkies nicht selten mit dem Magneteisenerz associirt vorkommt, ersieht man schon aus mehreren der eben mitgetheilten Belege. Bei Traversella in Piemont bildet es oft gradezu Gemenge mit Eisenkies. Dasselbe ist der Fall am schon genannten Blagodat.

Ich selbst habe aus dem Zillerthale eine Serpentinstufe mit schönen Pyritwürfeln und Magneteisenoctaëdern. Und dass Eisenglanz in Schweden, auf Elba u. a. Orten einen treuen Begleiter dieses Erzes bildet, ist allbekannt.

11) Körniger Kalkstein bildet sehr oft die Mutterstätte des Magneteisenerzes und eben so häufig findet man Kalkspath und Bitter-

spath als Begleiter des letzteren, so in den Gruben Norwegens und bei Traversella, wo es von Bitterspathadern durchzogen wird und auch mit Eisenspath zusammen vorkommt.

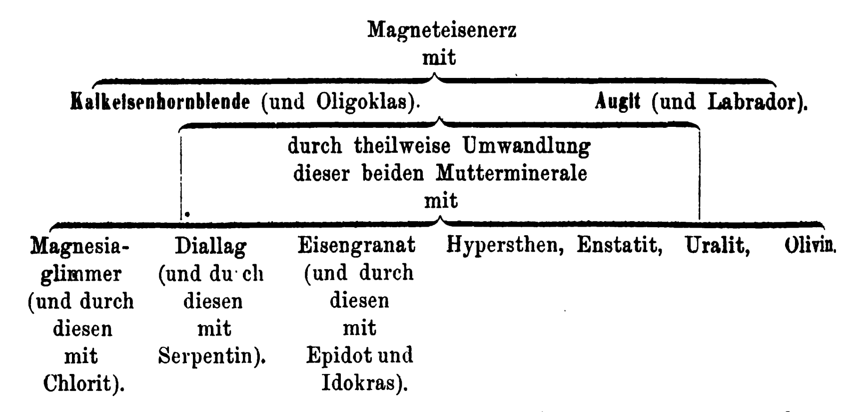
12) Endlich hat man auch Analcim, Harmotom, Nephelin und andere Zeolithe in Association mit Magneteisenerz gefunden. So kommt nach G. Rose (a. a. O.) am Blagodat nicht blos Kalkspath, sondern auch Analcim dem Magneteisen beigemengt vor. — Nach Bischoff (a. a. O. Bd. II. S. 586) besitzt Blum eine Lava vom Vesuv, in deren Poren nicht blos Magneteisen und Harmotom neben einander sitzen, sondern auch ein kleines Magneteisen-Octaëder auf dem Harmotom liegt und sogar theilweise von diesem umschlossen wird. Ebenderselbe Gewährsmann erwähnt auch, dass Magneteisenkrystalle am Vesuv in Gemengen aus glasigem Feldspath und Nephelin und in Blasenräumen ausgeschleuderter Laven, begleitet von Harmotom, vorkommen.

Unter den eben angegebenen Associirten des Magneteisenerzes treten am meisten hervor: einerseits Augit, Hornblende, Diallag, Hypersthen, Granat, Epidot, Magnesiaglimmer, Chlorit, Serpentin und andererseits Kalkspath, Bitterspath, Eisenglanz und Quarz. Wirft man nun einen Blick auf die chemische Zusammensetzung der Associirten in der ersten Reihe, so wird man bemerken, dass die mit dem Magneteisenerze am häufigsten verbunden vorkommenden Augite, Hornblenden, Diallag, Granaten und Epidote wenigstens nach mir bis jetzt bekannt gewordenen Fällen sämmtlich reich an Kalkerde und Eisenoxydul oder Eisenoxyd, aber arm an Magnesia sind, während der Magnesiaglimmer und Hypersthen reich an Magnesia und Eisenoxyduloxyd, aber arm an Kalkerde, und der Chlorit und Serpentin wohl reich an Magnesia, aber arm an Eisen erscheinen. Es können mithin aus der Zersetzung dieser Mineralien Quarz, Kalk-, Dolomit-, Bitter- und Eisenspath, ferner Chlorit, Grünerde und Speckstein, endlich aber auch Eisenglanz und Magneteisenerz, also lauter Mineralien entstehen, wie sie nach dem Obigen wirklich mit dem Magneteisen associirt vorkommen. Alle diese Mineralien sind demnach Abstammungsverwandte von dem letztgenannten Erze und ihm keineswegs so fremd, wie es ihrer Zusammensetzung nach erscheint. — Da nun aber auch die obengenannten Muttermineralien dieser Abstammungsverwandten unter sich chemisch verwandt sind und, wie bekannt ist und später auch noch weiter gezeigt werden soll, aus der Umwandlung sowohl des Augites wie der Kalk-Eisenhornblende entstehen können, so muss hiernach das Magneteisenerz als ein Glied der Pyroxen-Associationen und zwar theils der Amphibol-Diallagvereine, theils der Augit-Hypersthenvereine angesehen werden.

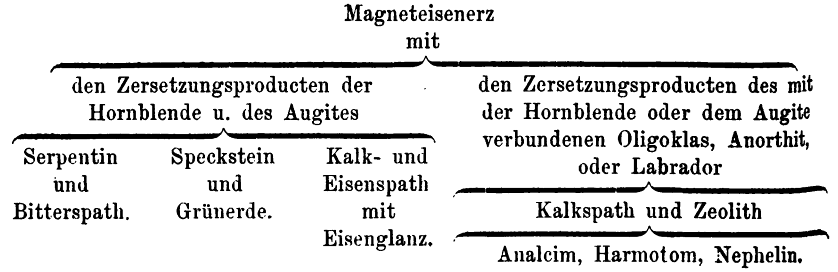
Nach allem diesen steht also das Magneteisenerz in einem doppelten Associationsverhältnisse zu den obengenannten Mineralien, nämlich

1) in ursprünglicher oder primärer Association, insofern es zugleich mit diesen Mineralien aus einer und derselben Mutterlösung entstanden ist. In diesem Falle erscheint es mit ihnen innig und gleichmässig verwachsen, wie man in den Basaltiten, Hyperiten und Diabasiten bemerken kann;
2) in secundärer Association, insofern es aus der theilweisen Umwandlung oder gänzlichen Zersetzung dieser Mineralien hervorgegangen ist, und dann erscheint es mit den übrigen Zersetzungsproducten derselben im Verbande.

Zu den primären Associationsreihen des Magneteisens würden hiernach gehören:



Zu den secundären Associationsreihen des Magneteisenerzes dagegen würden gehören:



Aus diesen Associationsverhältnissen und Vorkommnissen kann man aber auch zugleich einen Schluss ziehen auf die Bildungsweisen des Magneteisenerzes überhaupt.

Nach dem Obigen erscheint dieses Erz zunächst als ein Umwandlungs- oder Zersetzungsproduct

1) von allen denjenigen Mineralien, welche unter ihren chemischen Be-

standtheilen geradezu viel Eisenoxyduloxyd oder auch nur Eisenoxydul oder Eisenoxyd enthalten;

2) von Eisenspath, wie man leicht beobachten kann, wenn man Krystalle desselben längere Zeit an luftigen, warmen oder heissen Orten liegen lässt. Die sich unter diesen Verhältnissen bildende eisengraue Rinde an der Oberfläche der Eisenspathkrystalle besteht aus einem Gemenge von Eisenoxydul und Eisenoxyd und ist magnetisch. Ich habe selbst an Spärosideritknollen aus der Liasformation bei Eisenach solche magnetische Rinden beobachtet; ja sogar das Innere eines solchen Knollen von einer zartkrystallinischen Ader von Magneteisenerz durchzogen gefunden.

Aber das Magneteisenerz ist auch ein Product des Feuers. Denn nerseits findet man es in dem Gemenge anerkannt vulcanischer Gesteine,) der Basalte und Laven und andererseits entsteht es sehr gewöhnlich bei isenhüttenprocessen, wenn glühendes Eisen mit atmosphärischer Luft und igleich mit heissen Wasserdämpfen in Berührung kommt, wie schon der ets magnetische „Hammerschlag" in jeder Schmiedewerkstätte lehrt. Ja och (Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte S. 23) hat obachtet, dass geradezu diese heissen Dämpfe das glühende isen in krystallinisches Magneteisenerz umwandeln. Auch f den Backsteinen im Feuergewölbe der Sudpfannen bei Salinen, z. B. in iedrichshall, bemerkt man nicht selten Rinden der schönsten Magneteisen-taëder. Diese letzte Erscheinung zeigt zugleich auch deutlich, dass das agneteisenerz aus Eisenchlorid entsteht, welches aus dem Kochsalze ver-mpft und dann durch heisse Wasserdämpfe in der Weise umgewandelt rd, dass einerseits durch den Sauerstoff der Wasserdämpfe Eisenoxydul-yd und andererseits durch den Wasserstoff derselben Chlorwasserstoffgas tsteht, welches entweicht. Und so mag es sich auch in den Laven der lcane durch Einfluss von heissen Wasserdämpfen auf verdampfendes senchlorid bilden. — Indessen kann es auch unmittelbar durch theilweise ydation und Desoxydation von geschmolzenem Eisen entstehen; denn man t schon wiederholt beobachtet, dass die von weissglühendem Eisen ab-llenden Schmelztropfen stets aus Eisenoxyduloxyd bestehen.

Wenn nun aber auch auf diese Weise nicht abgeleugnet werden kann, ss das Magneteisenerz unmittelbar durch vulcanisches Feuer oder Wasser-impfe gebildet werden kann, so darf man doch nicht annehmen, dass alles den vulcanischen Eruptionsproducten vorkommende Magneteisenerz auf ese Weise entstanden ist. Denn wenn z. B. dieses Erz in Verwachsung it Zeolithen, wie Analcim, Harmotom, Nephelin etc., auftritt, ja von diesen ts wasserhaltigen und aus der Umwandlung von Labrador, Anorthit oder igoklas entstehenden Mineralien umhüllt wird, so ist man genöthigt, an-nehmen, dass es ebenso wie diese Mineralien aus wässrigen Lösungen

oder wenigstens durch Einfluss von tropfbarem Wasser entstanden sein muss. Denn wollte man annehmen, dass es in diesem Falle aus Eisenschmelz entstanden, so begreift man nicht, wie durch die Berührung mit dem glühenden Eisen die eben genannten Mineralien noch ihr Hydratwasser behalten konnten, und wollte man seine Entstehung aus Eisenchlorid festhalten, so begreift man wieder nicht, warum die bei der Umwandlung des Eisenchlorides entstehende Chlorwasserstoffsäure nicht die sonst so leicht von dieser Säure angreifbaren Zeolithe zersetzt hat.

5) Titaneisenerz. Rhomboëdrische Krystallformen, welche denen des Eisenglanzes isomorph sind; auch Körner und derbe Massen; mit theils muscheligem, theils unebenem Bruche. Spröde. Von Farbe eisenschwarz, im Ritze aber schwarz (und dadurch schon vom Eisenglanz unterschieden); mit sehr schwachem metallischem Glanze. Durch diesen wie durch seine Farbe und sein Ritzpulver leicht mit dem Magneteisen verwechselbar, aber viel schwächer magnetisch. — Spec. Gew.: 4,6—5,2; Härte = 5—6. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, aber unter Funkensprühen stark magnetisch werdend; die Phosphorsalzperle in der inneren Flamme roth und nach der Behandlung auf Kohle mit Zinnfolie violett färbend. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt giebt es eine blaue Farbe, welche durch Zusatz von Wasser verschwindet, aber keine Lösung; dagegen löst sich das feine Pulver in Königswasser oder Salzsäure mit Hinterlassung von Titansäure. — „In Wasserstoffgas geglüht verliert es um so mehr an Gewicht (5—29 pCt.), je reicher es an Eisenoxyd ist; hierbei bleibt ein grauer Rückstand, aus welchem Säuren metallisches Eisen auflösen und eine schwarze Masse zurücklassen, welche sich beim Glühen an der Luft in gelbliche oder röthliche eisenhaltige Titansäure umwandelt“ (vgl. Rammelsbergs Mineralchemie S. 406).

Abarten: Nach Rammelsberg (a. a. O. S. 408 u. ff.) muss man von Titaneisen unterscheiden:

a. Titansaures Eisenoxydul, welches aus 1 At. TiO^2 und 1 At. FeO, also aus 52,63 TiO^2 und 47,37 FeO besteht und der Formel FeO, TiO^2 entspricht. Hierher gehört z. B.

   1) der Crichtonit von St. Christoph im Dauphiné, dessen spec. Gew. = 4,727 ist;

   2) der Kibdelophan-Kobells vom Ingelsberg bei Gastein, dessen spec. Gew. = 4,661—4,689 ist.

b. Titansaures Magnesia-Eisenoxydul, welches aus 1 At. MgO, TiO^2 + 1 At. FeO, TiO^2, also aus 58,82 TiO^2, 26,47 FeO und 14,71 MgO besteht und der Formel FeO, TiO^2 + MgO, TiO^2 entspricht (aus dem Staat Newyork von der Layton's Farm).

c. **Titansaures Eisenoxyduloxyd**, welches im Allgemeinen der Formel m $FeO\,TiO^2 + n\,Fe^2O^3$ entspricht, in welcher

m = 1, 3, 4, 6 oder 9 At. $FeO\,TiO^2$

n { 13, 5, 4, 3, 2, 1 } oder 3 At. Fe^2O^3

beträgt. Hierher gehört das meiste Titaneisen z. B.

1) das Titaneisen von Egersund in Norwegen, welches nicht immer magnetisch ist, ein spec. Gewicht = 4,74—4,79 hat und eine isomorphe Mischung von 9 At. $FeO\,TiO^2$ + 1 At. Fe^2O^3 ist;
2) der Ilmenit vom Ilmengebirge bei Miask, welcher einen Gemengtheil des Miascit bildet, ein spec. Gew. = 4,811—4,873 besitzt und aus 6 $FeO\,TiO^2 + Fe^2O^3$ besteht;
3) der Iserin von der Iserwiese am Riesengebirge, welcher ein spec. Gew. = 4,676—4,752 besitzt und aus 3 $FeO\,TiO^2 + Fe^2O^3$ besteht;
4) das Titaneisen von Aschaffenburg, welches ein spec. Gewicht = 4,75—4,78 besitzt und aus $FeO\,TiO^2$ + 3 Fe^2O^3 besteht;
5) die Eisenrose vom St. Gotthardt, welche schön krystallisirt, nicht magnetisch ist, ein spec. Gew. = 5,187—5,209 hat und aus $FeO\,TiO^2$ + 5 Fe^2O^3 besteht;
6) das Titaneisen (sogen. schlackiges Magneteisenerz) von Unkel am Rhein, in Basalt eingewachsen, mit einem spec. Gew. = 4,905, bestehend aus 2 $FeO\,TiO^2$ + 3 (3 FeO, 2 Fe^2O^3).

Heimath und Associationen des Titaneisens. — Das oft mit ᴉm Magneteisenerze und Eisenglanze verwechselte Titaneisen ist in den ystallinischen Felsarten viel häufiger vorhanden, als man gewöhnlich anmmt. Im Miascit Sibiriens und Zirkonsyenit Norwegens fehlt es wohl e; in manchen Basalten, Doleriten und Laven ist es wohl ein eben so esentlicher Gemengtheil wie sonst das Magneteisenerz, und ebenso ist es ı vielen hornblende- und magnesiaglimmerhaltigen Felsarten zwar keine esentliche, aber doch eine bezeichnende Beimengung. Ausserdem aber ifft man es auf Drusenräumen und in Spalten dioritischer Gesteine im erbande mit Quarz, Bitterspath, Eisenglanz, Grünerde, Rutil, Anatas und rookit.

Soweit mich nun meine zahlreichen Untersuchungen bis jetzt belehrt ben, ist es in allen den ebengenannten Felsarten vorherrschend die ɔrnblende mit ihren Umwandlungs- oder Zersetzungsmineralien, welche ɜ Auftreten des Titaneisens bedingt. Indessen nicht einmal jede Horn-

blende, sondern nur die Titansäure, Eisenoxydul und Eisenoxyd haltige und kalkerdereiche ist die treue Begleiterin des Titaneisens und jedenfalls oft auch seine Erzeugerin, wie folgende Belege zeigen werden:

1) In dem schon beim Magneteisenerze erwähnten Basalte des Baiers und Umpfens an der Rhön kommen zahlreiche, oft sehr grosse, an den Kanten abgerundete Krystalle der basaltischen Hornblende vor. Manche derselben sind halbzersetzt und zeigen dann auf ihren Absonderungsflächen zarte Ueberzüge von magnetischem Titaneisen. — Eben so fanden sich sonst in dem Basalte der Stopfelskuppe bei Eisenach und der Kupfergrube bei Fernbreitenbach viel basaltische Hornblende, zugleich aber auch schöne Drusen von magnetischem Titaneisen. Das Schlämmpulver dieser Basalte zeigte ebenfalls nur Titaneisen, aber kein eigentliches Magneteisenerz. — Dagegen zeigte mir das Schlämmpulver von Rhönbasalten, welche keine basaltische Hornblende, sondern nur Augit enthielten, nur gewöhnliches Magneteisenerz.
2) In einem Diorite bei Ruhla, dessen Hornblende an Kalkerde und Eisenoxyduloxyd reich ist und auch Spuren von Titansäure zeigt, kommen sowohl im Gesteine selbst, wie auch auf dessen Verwitterungsklüften kleine schwarze Titaneisenkörnchen vor, ja auf den letztgenannten Spalten zeigt sich auch Rutil mit Glimmer, Grünerde und Quarz verwachsen.
3) Der Granit in der Umgegend von Ruhla enthält neben Magnesiaglimmer auch meist kalkeisenreiche Hornblende und in Gesellschaft dieser kleinere und grössere Titaneisenknollen. Das Granitconglomerat des Rothliegenden bei Eisenach enthält zahlreiche Trümmer dieses Hornblendegranites (Syenitgranites) und ebenso auch hie und da hirsen- bis wallnussgrosse Titaneisenknollen. Einen dieser letztern hat Rammelsberg analysirt und nach seiner Mineralchemie (S. 415) darin 16,20 TiO^2, 69,91 Fe^2O^3, 12,60 FeO, 0,77 MnO u. 0,55 Mg. gefunden. — Bemerkenswerth ist hierbei, dass immer nur diejenigen Granittrümmer, welche Hornblende enthalten, Titaneisen zeigen.

Aber nicht nur mit der Kalkeisenhornblende, sondern auch mit den aus ihrer Umwandlung oder gänzlichen Zersetzung entstandenen Mineralien, also mit dem Granat, Magnesiaglimmer, Chlorit, Quarz, Bitterspath und Eisenglanz, findet sich sowohl das Titaneisenerz, wie auch die Titansäure (Rutil, Anatas) schon allein in Association, wie sich leicht erklären lässt, wenn man festhält, dass die Hornblende das Muttermineral des Titaneisens ist.

§. 55. Die Oxyde des Mangans.

a. Allgemeiner Charakter. Das Mangan bildet mit dem Sauerstoffe mehrere Oxyde, welche zwar niemals als Gemengtheile von krystallinischen elsarten vorkommen, aber doch in der Erdrinde häufig genug auftreten, um er eine kurze Beschreibung zu verdienen. Sein Sesquioxyd ($Mn^2 O^3$) ldet im wasserfreien Zustande den Braunit, im wasserhaltigen 1 Manganit; sein Oxyduloxyd ($MnO \, Mn^2 O^3$) aber stellt im wasserien Zustande den Hausmannit, im wasserhaltigen den Psilomelan d das Wad) dar; sein Superoxyd (MnO^2) endlich tritt als Pyrolusit : Alle diese Manganoxyde sind durch folgende allgemeine Merkmale rakterisirt:

Sie sind äusserlich eisenschwarz oder metallisch schwarzgrau und halbmetallisch glänzend, oder auch nelken- bis russbraun und dann äusserlich glanzlos, im Ritze oder beim Reiben mit dem Fingernagel aber wachs- oder metallartig schimmernd. Ihr Ritzpulver ist röthlich- oder nelkenbraun, schwarzbraun, graulichschwarz bis schwarz. Spröde; ihre Härte bald = 6—7, bald 4—5, bald 1—2 und dann abfärbend bis zerreiblich; ihr spec. Gew. = 4—4,8. — Auf der Kohle vor dem Löthrohre für sich unschmelzbar geben sie mit Borax oder Phosphorsalz in der Oxydationsflamme ein amethyst- oder violettblaues Glas, welches in der Reductionsflamme farblos wird, wenn man nur wenig Manganerz zur Probe verwendet hat; mit Soda in der Oxydationsflamme auf Platinblech zusammengeschmolzen geben sie grünes mangansaures Natron. — In Salzsäure lösen sie sich namentlich beim Erwärmen unter Entwickelung von Chlor. In ihren Lösungen erzeugt Schwefelwasserstoff-Ammoniak einen fleischfarbenen Niederschlag, welcher sich in Essigsäure wieder löst.

b. Unterscheidung der Arten.

1. Wasserhaltige Manganoxyde: (Im Kölbchen erhitzt Wasser ausschwitzend);

1) Härte = 4; spec. Gew. = 4,3; eisenschwarz oder stahlgrau; im Ritze röthlichbraun. In rhombischen Säulen . . . . Manganit (Braunmangan) ($Mn^2O^3 + HO$).

2) Härte = 5—6; spec. Gew. = 4; schwarz, bisweilen blauschwarz oder dunkelstahlgrau; im Ritze bräunlichschwarz. Glaskopfähnliche

Massen mit traubiger, nierenförmiger oder stalaktitischer Oberfläche . , ... Psilomelan (Schwarzbraunstein) $\left\{\begin{matrix} MnO \\ BaO \\ KO \end{matrix}\right\} 2\,MnO^2$

3) Härte 1 — 2; zerreiblich und abfärbend; schwimmend leicht; nelken-, nuss- bis russbraun; im Ritze schimmernd. Erdige Massen . . Wad (Manganschaum).

B. Wasserlose Manganerze: (Im Kölbchen kein Wasser ausschwitzend);

1) Härte = 6,5; spec. Gew. = 4,8. Schwarz, eisenglänzend; im Ritze schwarzbraun. Stumpfe quadratische Pyramiden, welche den regelmässigen Octaëdern nahe kommen . . . . . Braunit (Hartmanganerz) ($Mn^2\,O^3$)

2) Härte = 5; spec. Gew. = 4,7; pechschwarz mit röthlichbraunem Ritze. Spitze quadratische Pyramiden . . . . Hausmannit (Glanzbraunstein) (MnO, Mn^2O^3).

3) Härte = 2, stark abfärbend; specifisches Gewicht = 4,9; eisenschwarz mit grauschwarzem Ritze. Nadelförmige und faserige Prismen, welche strahlig mit einander verbunden sind; auch dichte und erdige Aggregate . . . . Pyrolusit (Weichbraunstein) (MnO^2).

Anhang: Polianit: Härte = 6,7—7; spec. Gew. = 4,8 — 4,9; lichtstahlgrau. Körnige Massen und kurze Prismen.

c. Heimath, Associationsverhältnisse und Bildungsweise der Manganerze. — Das Manganoxydul bildet, wie sein treuer Gefährte, das Eisenoxydul, einen Bestandtheil vieler zusammengesetzten Silicate, so namentlich des Rhodonits, Fowlerits und überhaupt der, zu den augitischen Mineralien gehörigen, sogenannten Mangankiesel, des Hyperthens, Diallages, Arfvedsonits, der Kalkeisenoxydhornblenden, des Lithionglimmers, Mangan-eisenturmalins, Eisenthongranates u. s. w. Bei der Verwitterung aller dieser Mineralien entsteht aus dem Manganoxydul Manganoxydhydrat und weiterhin Mangansuperoxyd, welches nun mit Eisenoxydhydrat untermengt einen Be-

andtheil der Verwitterungsrinde auf den obengenannten Mineralien bildet. m schönsten gewahrt man diese Verwitterungsrinde auf den zu Tage usgehenden Absonderungsspalten von Melaphyren und manchen Kalkdioriten. uf diesen bildet sie oft mehrere Linien dicke Beschläge, welche bald um inen nelkenbraunen Kern herum concentrische, abwechselnd ockergelb und epienbraun gefärbte Kreise zeigen, bald die Gesteinsflächen nach allen Richtungen mit roth- bis rauchbraunen Dendriten zieren. Durch Regenwasser, welches in diese Spalten gelangt, wird sie abgewaschen und sammelt sich nun als eine im frischen Zustand schmierige, im trockenen aber zart pulverige, Masse (Wad genannt) in diesen letzteren so an, dass sie bisweilen die Spalten ganz ausfüllt. So z. B. in dem schon oft genannten Diorite bei Ruhla. — Aber eben durch das Regenwasser wird diese Verwitterungsrinde auch in die Verwitterungskrume gespült, welche sich aus der endlichen Zerstörung namentlich der Hypersthen, Diallag und Hornblende haltigen Felsarten entwickelt, so dass sowohl alle Erdkrume, wie alle Mergel- Thon- und Eisensteinlager dieser Felsarten mehr oder weniger Manganoxyde (Wad) enthalten. Wenn dagegen jene obengenannten Mineralien im Inneren der Erdrinde bei mehr oder weniger abgeschlossener atmosphärischer Luft hauptsächlich durch Einfluss von kohlensaurem Wasser zersetzt werden, dann bilden sich, wie bei der Beschreibung der Carbonate noch gezeigt werden soll, aus ihrem Kalkerde-, Magnesia-, Eisenoxydul- und Manganoxydulgehalte, theils Kalkspath und Dolomitspath, theils aber auch ein gemischtes Carbonat, welches alle die ebengenannten Basen zugleich enthält (der sogenannte Ankerit), theils endlich manganhaltiger Eisenspath und eisenhaltiger Manganspath. Aus der kohlensauren Lösung dieser Carbonate sondert sich in Folge von höherer Oxydation das Eisenoxydulcarbonat als Eisenoxydhydrat zuerst ab, während das Manganoxydul-, Kalkerde- und Magnesiacarbonat noch gelöst bleibt und sich erst dann absetzt, wenn sein kohlensaures Lösungswasser verdunstet ist. Unter diesen letztgenannten Carbonaten aber sondern sich der Kalkspath und Bitterspath wieder früher ab, wie der Manganspath, weil sie mehr Lösungswasser brauchen als der letztere, woher es auch kommt, dass die Manganoxyde so oft Umhüllungspseudomorphosen theils auf Kalkspath (z. B. bei Ilmenau), theils auf Bitterspath (z. B. bei Limburg nach Blum), bilden. Hat sich nun endlich auch dieser aus seiner Lösung ausgeschieden, dann wandelt er sich unter Zutritt von Sauerstoff haltiger Luft auch rasch von Aussen nach Innen zuerst in Manganoxyduloxyd (Hausmannit), dann in Manganoxydhydrat (Manganit), weiter in Manganoxyd (Braunit) und endlich in Mangansuperoxyd (Pyrolusit) um.

Bemerkungen: 1) Schon Fresenius hat im Jahrb. des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau (Heft VI. S. 160) bewiesen, dass, während das kohlensaure Eisenoxydul sich schon in seinen kohlensauren Lösungen durch Anziehung

von Sauerstoff zersetzt und in Eisenoxydhydrat umwandelt, das kohlensaure Manganoxydul sich erst dann in Manganoxydhydrat umwandelt, wenn sein kohlensaures Lösungswasser verdampft ist. Hiernach kann also das Manganoxydul erst dann Sauerstoff an sich ziehen, wenn es einen Theil seiner Kohlensäure verloren hat.

2) Nach Breithaupt absorbiren die Manganoxyde soviel Sauerstoff aus der sie umgebenden Luft, dass dadurch in den Pyrolusitgruben so schlechtes Wetter entsteht, dass die Grubenlichter verlöschen. Damit hängt auch die Erfahrung zusammen, dass Pyrolusit, welchem man durch Erhitzen Sauerstoff entzogen hat, nach längerer Zeit wieder eben soviel von demselben besitzt, als er vor dem Glühen hatte, wenn man ihn an einen recht luftigen Orte hatte liegen lassen. In dieser Sucht sich mit Sauerstoff zu sättigen, liegt auch der Grund, warum der Manganit und Hausmannit häufig mit einer Rinde von Pyrolusit überzogen ist.

Aus den oben mitgetheilten Erfahrungen über die Entstehungsweise der Manganoxyde ergeben sich nun folgende Resultate für die Heimaths- und Associationsverhältnisse dieser Oxyde:

1) Die Hauptheimath dieser Oxyde befindet sich vorherrschend in der nächsten Umgebung von Diallag-, Hypersthen-, und namentlich Kalkeisenhornblende haltigen Felsarten, da vorzüglich die Hornblende ihre Erzeugerin zu sein scheint. Die Ablagerungen von Manganit und Pyrolusit im Gebiete des Gabbro, Kalkdiorites und Melaphyres oder des Hornblende haltigen Gneisses und Thonschiefers am Thüringerwalde (bei Ilmenau, Friedrichrode, Ruhla und Liebenstein) sowie am Harze (bei Ilfeld) beweisen dies. Bemerkenswerth aber ist es, dass vorzugsweise der Melaphyr und sein treuer Begleiter, der quarzführende Felsitporphyr, sowohl am Thüringerwald wie am Harz, die Hauptablagerungsstätte der obengenannten Manganerze bilden. In welcher Beziehung hierbei der quarzführende Porphyr steht, ist schwer zu ermitteln. Vielleicht ist er nur der Bildner derjenigen Spalten, in denen sich die durch Zersetzung des benachbarten Melaphyrs entstandenen Manganerze absetzten; vielleicht ist er selbst ein umgewandelter Melaphyr, entstanden durch die gänzliche Zersetzung seines Hornblendegehaltes und durch Auslaugung der Zersetzungsproducte von diesem letztern. Wenigstens ist dies von den meisten der Porphyre zu vermuthen, welche am Thüringerwalde die Manganerze begleiten und vom Bergmann selbst trotz ihrer rothbraunen Farbe für Melaphyr gehalten werden, (vgl. v. Fritsch Zeitschr. der geol. Gesellschaft, XII. Bd. S. 119 bis 134 und 137). — Ich besitze eine grosse Pyrolusitstufe von Ilmenau, welche aus einer Melaphyrgangspalte stammt und deren Hauptmasse eigentlich ein Conglomerat ist, dessen Trümmer aus einem vom Messer schwerritzbaren, kieselsäurereichen, rothbraunem Eisenthon (sogenanntem Thonporphyr) bestehen, die durch nadelförmige Pyrolusitkrystalle zusammengekittet sind. Die Trümmer dieser eigenthümlichen Gangart sind ringsum so mit Pyrolusitnädelchen besetzt, dass es aussieht, als seien

elben aus der Masse der Trümmer herausgewachsen, und dabei ihrem Ansehen und chemischen Verhalten der Verwitterungsmasse der aphyrmandelsteine so ähnlich, dass man sie nicht von der letzteren erscheiden kann. Und doch rechnet man sie zum Felsitporphyr (?!). — itsch, welcher das Unpassende dieser Benennung fühlte, nannte sie rphyrite und bemerkte ausdrücklich von der körnigen Abart derselben, s sie leicht verwitternde Hornblende und sehr wenig Quarz hielten. Auffallend ist es immerhin, dass der Melaphyr in seiner Färbung d seinen übrigen Eigenschaften sich dem quarzfreien Porphyre um so mehr hert, je weiter er in der Zersetzung vorschreitet.

2) Es ist oben gezeigt worden, dass auf Klüften und Spalten im neren der Hornblende haltigen Felsarten sich kohlensaure Lösungen von sen-, Mangan-, Kalk- und Bitterspath bilden. Diese Lösungen setzen h nun entweder schon in den Spalten und Höhlungen ihrer Muttergesteine lbst bei allmähliger Verdunstung ihrer Carbonate ab und geben hierdurch ranlassung zunächst zur Bildung von Eisenspath- und Manganspath- und äter von Brauneisenstein- und Manganerz- Gängen, oder sie gelangen auf terirdischen Abzugskanälen theils in Spalten der Nebengesteine theils auch ohl weit weg aus ihrem Bildungsgebiete in Erdrindemassen, die ihrer emischen und mineralischen Beschaffenheit nach gar nicht geeignet sind r Erzeugung von Manganerzen. Auf diese Weise findet man kleine ger, Gänge und Nester von diesen Erzen nicht blos in krystallinischen lsarten, wie im Granit und Porphyr, sondern auch in der Zechstein-rmation, wie sie z. B. bei Riechelsdorf in Hessen, bei Schweina am üringerwalde a. a. a. O, auf Kobaltlagerstätten, in Untermischung mit obalt-, Kupfer- und Eisenoxyd den Erdkobalt oder z. B. bei Camsdorff n Thüringerwalde, im Mannsfeldischen, zu Rheinbreitenbach am Rhein, etc. it Kupferoxyd und Eisenoxyd gemengt auf Kupfergängen die Kupfer-hwärze bilden helfen; ferner in der Buntsandsteinformation (z. B. bei ariaspring unweit Göttingen), ja selbst in der Juraformation (z. B. in entralfrankreich).

Ueber diese Ablagerungen von Manganerz in der Juraformation Frankreichs theilt Quenstedt in seinem Handbuch der Mineralogie S. 534 folgendes mit: „Besonders interessant ist das Vorkommen des Pyrolusits in Centralfrankreich, wo nach Dufrénoy (Traité Miner. II. 415) Gesteine mit Pyrolusit und Psilomelan einen Gürtel um das krystallinische Urgebirge machen, die Juraformation lagert sich an, und beide werden durch einen Sandstein (Arkose) getrennt. Die Manganerze schweifen nur nesterweise begleitet von Schwerspath auf der Grenze herum. Wie der Schwerspath, so kann auch das Manganerz erst später eingedrungen sein. In den Eisengruben von Beauregard (Dep. Yonne) sind die Liasmuscheln in Eisenglanz verwandelt, welcher

von Manganerz begleitet wird. Die Grube von Romanèche bei Mâcon ist ein Tagebau im Porphyr, auf welchem der untere Lias lagert. — Zu St. Christoph (Dep. Cher) ist die Arkose förmlich mit Manganerz geschwängert."

3) Die in der nächsten Umgebung ihrer Muttermineralien befindlichen Manganerze bestehen vorherrschend aus Manganit (so z. B. in grosser Schönheit am Büchenberg bei Elbingerode und Ilfeld am Harz) oder Pyrolusit (so bei Ilmenau am Thüringerwalde). Braunit und Hausmannit aber bilden Nester und Drusen in den Gängen und Lagen der ebengenannten beiden Erze. Die in Mergel-, Sandstein- und Kalksteinablagerungen befindlichen Manganerze bestehen, wenn sie in Lösungen in diese Gesteinsmassen gelangten, theils aus Pyrolusit, theils — und zwar vorherrschend — aus Psilomelan; wenn sie aber als Schlamm in die ebengenannten Erdrindemassen kamen, vorherrschend aus dichtem Pyrolusit oder aus Wad.

4) Da die Gesteine welche bei ihrer Zersetzung Manganerze liefern, stets auch Eisenoxydul, Kalkerde und auch wohl Magnesia enthalten, so sind die Abstammungsassociirten der Manganerze Kalkspath, Bitterspath und Eisenspath oder statt dessen Brauneisenerz. Ja dieses letztere ist ein so treuer Gefährte derselben, dass wohl nur selten ein irgend beträchtliches Lager Manganerz ohne Brauneisenerzablagerungen in seiner nächsten Umgebung gefunden wird, wie umgekehrt Brauneisenerz nur selten ohne allen Manganoxydgehalt vorkommt. Dies gilt zumal von denjenigen Brauneisenerzen, welche aus Eisenspath entstanden sind, welcher nur in wenigen Fällen ganz frei von beigemengtem Manganspath ist. So ist es namentlich der Fall bei den Brauneisenerzstöcken am südlichen Abhange des Thüringerwaldes bei Liebenstein und Brotterode. In diesem Gebiete treten in der Zone der Eisenerze nicht nur kleine Lager von Pyrolusiten auf, sondern es sind auch die braunen Glasköpfe oft mit den schönsten, eisenglänzenden Mangandendriten überzogen. — Ausser diesen Abstammungsassociirten kommt aber noch ein anderes Mineral nicht blos als ein treuer Begleiter, sondern auch gradezu als ein Beimengsel (oder chemischer Bestandtheil) der Manganerze vor, dessen Abstammung insofern räthselhaft ist, als die Muttermineralien dieser Erze es nicht enthalten. Es ist dies der Baryt- oder Schwerspath. Woher dieser kommt, ist vor der Hand wohl kaum zu ermitteln und doch ist er fast immer in der Nähe der Manganerze, indem er bald die Gangart bildet, in welcher diese Erze aufsetzen, bald auch nach allen Richtungen hin die Zwischenräume zwischen den nadelförmigen Krystallen des Pyrolusites durchdringt, bald endlich sogar in inniger Mengung mit diesen Erzen vorkommt, so namentlich mit Psilomelan und oft auch mit Pyrolusit.

5) Nach allen diesen gehören die Manganerze ebenso wie die Eisenerze

den Associationskreis der Amphibolite und zwar zu den Zersetzungsgenossen der Kalk- Eisenoxyd- Hornblenden.

§. 56. Rückblick auf die Oxyde des Eisens und Mangans.

a. Die Eisenoxyde:

1) Unter den Eisenoxyden tritt nur der Eisenglanz, das Magneteisenerz und das Titaneisenerz als ein Gemengtheil frischer krystallinischer Felsarten auf; das Brauneisenerz aber und der Limonit kommen nie als krystallinische Gemengtheile von Gesteinen vor. Dagegen setzen alle — mit Ausnahme des Titaneisens — selbstständige Gebirgsarten zusammen. Und im erdigen Zustande bildet sowohl das Rotheisenerz wie das Brauneisenerz in Untermischung mit Thon, Mergel oder freiem Sande einen Gemengtheil vieler klastischen Felsarten.
2) Der Eisenglanz mit seiner Abart, dem Eisenglimmer, zeigt sich hauptsächlich,
   a. in Association mit Hornblende, Chlorit und Magnesiaglimmer, also mit lauter Eisenoxyd haltigen Silicaten, ausserdem aber auch mit den Zersetzungsproducten dieser Silicate, mit Quarz-, Kalk-, Bitter-, Dolomit- und Flussspath, und kann darum selbst für ein Zersetzungsmineral derselben gehalten werden;
   b. in Association mit Titaneisen und Rutil;
   c. in Association mit Magneteisenerz,
3) Das Magneteisenerz zeigt sich vorherrschend in Association mit augitischen Mineralien und deren Zersetzungsproducten, aber auch mit manchen Hornblenden, enthält dann aber in der Regel Titansäure, endlich aber auch mit Eisengranat und dessen Verwandten, dem Epidot und Idokras, also ebenfalls mit lauter Silicaten, welche Eisenoxyd und Eisenoxydul enthalten, so dass es, wie der Eisenglanz, aus deren Zersetzung hervorgehen kann.
4) Das Titaneisen aber ist ein unbestrittener Gefährte derjenigen Hornblenden, welche Titansäure, Eisenoxyd und Eisenoxydul enthalten, so namentlich der sogenannten basaltischen Hornblende, und gelangt durch die Umwandlung derselben in die Gesellschaft des Magnesiaglimmers, Chlorites, Quarzes, Kalkspathes und Eisenglanzes.
5) Eisenglanz und Magneteisenerz können also aus der Zersetzung pyroxenischer und amphibolischer Mineralien entstehen, aber häufig sind sie auch unbestrittene Producte vulcanischer Thätigkeit, indem dampfförmiges Eisenchlorid durch Wasserdämpfe theils in Eisenoxyd, theils in Eisenoxyduloxyd umgewandelt wird. Das Titaneisen dagegen scheint wohl immer ein Zersetzungsproduct von Hornblenden zu sein.
6) Das Brauneisenerz findet sich stets als Oxydations- oder Verwitterungsproduct aller Eisenoxydul haltigen Mineralien. Am meisten

zeigt es sich so in der Association des Eisenspathes, aber auch des Eisenglanzes und des Magneteisenerzes, in den beiden letzten Fällen aber im Gemenge mit Rotheisenerz. Es kann nicht nur durch höhere Hitzegrade, sondern auch schon bei gewöhnlicher Temperatur durch stark hygroscopische Mineralsubstanzen, z. B. durch Chlormagnium und Chlornatrium, ja selbst schon durch austrocknenden Thon, entwässert und in Rotheisenerz umgewandelt werden, während dieses letztere sich wohl nie in Oxydhydrat umwandeln kann.

7) Der Limonit ist ein Eisengebilde, welches theils durch Quellen gebildet wird, welche kohlensaures Eisenoxydul gelöst enthalten, theils aus Brauneisenerz unter der Einwirkung sowohl lebender, wie abgestorbener und fauliger Organismen auf dem Grunde von stagnirenden Gewässern oder im Untergrunde von nassen oder gegen die Luft verschlossenen Bodenarten entsteht. Ob er auch aus Eisenoxyd entstehen kann, ist mindestens jetzt noch zweifelhaft.

b. Die Manganoxyde sind wohl stets Verwitterungs- und Umwandlungsproducte von Silicaten, welche Manganoxydul enthalten. Ob sie auch auf vulcanischem Wege entstehen können, ist bis jetzt noch unbekannt. Da nun dieselben Mineralien, welche Manganoxydul besitzen, auch Eisenoxydul oder Eisenoxyd und Kalkerde enthalten, so sind Eisenerze, Eisenspath und Kalkspath nächst Hornblende (und Augit?), ihrem Muttermineral, ihre gewöhnlichen Gefährten. Dies ist namentlich der Fall, wenn sie an ihrer Geburtsstätte oder in deren nächsten Umgebung abgelagert erscheinen. Sind sie aber durch Wasser von derselben weggefluthet worden, dann erscheinen sie auch im Verbande mit anderen durch Niederschläge im Wasser entstandenen Gesteinen, so mit Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen. — Als (wesentliche) Gemengtheile von krystallinischen Felsarten treten sie nie auf, soviel bis jetzt bekannt ist.

II. Hydrolyte.

§. 57. Die Metalle und ihre Verbindungen, namentlich mit dem Schwefel und Sauerstoff bilden das Material, welches unaufhörlich verändert und zur Erzeugung unzählbar neuer und verschiedener Mineralien verwendet werden kann, sobald nur Stoffe in ihrer Umgebung vorhanden sind, welche sie anätzen, zersetzen, kurz umwandeln können. Zu diesen umwandelnden Stoffen nun gehören alle schon von Natur flüssigen oder doch im reinen Wasser sehr leicht löslichen Mineralkörper d. h. die sogenannten Hydrolyte.

Indem aber durch diese letzteren nicht blos die Metalle mit ihren Sulfaten und Oxyden, sondern überhaupt alle Veränderungen im Mineralreiche und in den Massen der Erdrinde hervorgebracht werden, da ja selbst der Sauerstoff und der vulcanische Dampf nur mit ihrer Hülfe dauernde Wirkungen am festen Gesteine hervorbringen kann, so sind sie mit vollem Rechte die natürlichen Reagentien des Mineralreiches zu nennen und eben deshalb von der grössten Wichtigkeit für die Erforschung des Stoffwechsels im Bereiche der Erdrinde.

Aus diesem Grunde schon müssen diese Hydrolyte — ganz abgesehen davon, dass sich die meisten unter ihnen ihrer chemischen Zusammensetzung nach an die Oxyde (z. B. das Wasser und die Sauerstoffsäuren) oder doch an die Elementverbindungen anschliessen — eher untersucht werden, als diejenigen Mineralien, welche durch sie verändert werden können.

§. 58. Allgemeiner Charakter.

Zu den Hydrolyten gehören zunächst alle tropfbarflüssigen nicht metallischen Mineralien, welche entweder schon bei niederen Temperaturgraden von selbst zu nichtmetallischen Flüssigkeiten werden oder sich doch durch verhältnissmässig geringe Mengen reinen Wassers leicht lösen, d. h. flüssig machen lassen.

1) Demgemäss kann einerseits das Quecksilber als ein metallisches Mineral und andererseits der Gyps als ein nur in sehr grossen Mengen Wassers löslicher Mineralkörper eben so wenig hierher gerechnet werden, als ein nur in kohlensaurem Wasser lösliches Carbonat oder Phosphat.
2) Die festen Hydrolyte zerfliessen sämmtlich auf der feuchten Zunge und erregen dabei auch einen Geschmack.

§. 59. Uebersicht der Gruppen und Arten.

Je nach ihrem chemischen Bestande und ihren übrigen mineralischen Eigenschaften zerfallen nun die Hydrolyte in folgende Gruppen und Arten:

I. Hydor, Wasser: Tropfbar-flüssig oder fest und krystallinisch; im reinen Zustande farb-, geruch- und geschmacklos. Weder auf Säuren noch auf Basen reagirend. In Berührung mit Kalium oder mit Zink und Schwefelsäure sich zersetzend und Wasserstoff entwickelnd.

1) Tropfbar flüssig, bei 4° Kälte erstarrend; bei 100° C. und 28° Barom. kochend und verdampfend . . 1. *Wasser.*
2) Fest und krystallinisch; bei 0°C tropfbar-flüssig werdend . . . . 2. *Eis.*

II. Säuren: Gasförmig, tropfbar-flüssig oder auch unter günstigen Verhältnissen starr; im reinen Zustande

farblos, aber säuerlich oder faul riechend und auf der Zunge einen sauren Geschmack erregend. Lackmuspapier röthend. Mit Silberlösung oder mit Barytwasser stets einen weissen Niederschlag gebend, aber weder mit Schwefelammonium, noch sonst einem Mittel auf Basen reagirend.

1) Die Lösung im Wasser schwach säuerlich riechend und schmeckend. Lackmuspapier nur schwach und und vorübergehend röthend. Mit Barytwasser einen Niederschlag gebend, welcher sich in Salzsäure unter Aufschäumen wieder löst . . . . 1. *Kohlensäure.*

2) Die wässerige Lösung stark sauer. Mit Barytwasser einen weissen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag gebend . . . . 2. *Schwefelsäu*

3) Die wässserige Lösung nach faulen Eiern riechend und mit Silberlösung einen schwarzen Niederschlag gebend . . . . 3. *Schwefelwasserstoffsäu*

4) Die wässerige Lösung stark sauer und stechend schmeckend; mit Silberlösung einen weissen, an der Luft violett werdenden Niederschlag gebend . . 4. *Salzsäure.*

III. Salze: Fest, krystallinisch, farblos oder gefärbt, geruchlos, aber an der Zunge einen rein salzigen oder widerlichen Geschmack erregend. In ihren Lösungen stets auf eine Säure und auch auf eine Basis reagirend.

a. Salze, welche weder mit Schwefelwasserstoff noch mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak einen Niederschlag geben. Im reinen Zustande farblos oder weiss. (Alkalische Salze.)

α. Mit Silberlösung, aber nicht mit Barytwasser, einen weissen, an der Luft sich violett färbenden Niederschlag gebend (Chloride):

1) Rein salzig schmeckend; die Weingeistflamme gelb färbend . . . . 1. *Steinsalz.*

2) Stechend salzig und widerlich schmeckend; mit Aetzkali zusammengerieben Aetzammoniak entwickelnd . . . . 2. *Salmiak.*

β. Mit Silber- und auch mit Barytlösung einen weissen Niederschlag gebend:

1) Der Niederschlag in Salzsäure unlöslich, wenn veränderlich (Sulfate):

1) Kühlend und widerlich salzig schmeckend. Die Flamme gelb färbend . . . . . 3. *Glaubersalz.*

2) Bittersalzig schmeckend; die Flamme nicht gelb färbend. Mit Kobaltsolution geglüht rosenroth werdend . . . . 4. *Bittersalz.*

2) Der Niederschlag in Salzsäure unter Aufbrausen löslich (Carbonate).

Hierher die stark laugenhaft schmeckende und die Flamme gelb färbende . . . . . 5. *Soda.*

γ. Weder mit Silber-, noch mit Barytlösung einen weissen Niederschlag gebend, aber Eisenvitriol braun färbend und auf glühenden Kohlen umherspritzend. (Nitrate.)

Hierher der kühlend salzig schmeckende . 6. *Salpeter.*

b. Theils mit Schwefelwasserstoff, theils mit Schwefelwasserstoffammoniak einen Niederschlag gebend.

1) Weiss, süsslich zusammenziehend schmeckend; Schwefelwasserstoffammoniak erzeugt einen weissen Niederschlag unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff . . . . 7. *Alaun.*

2) Berg- bis gelbgrün, äusserlich oft ockergelb überzogen; tintenartig schmeckend. V. d. L. erhitzt einen blauen Rückstand liefernd. Mit Kaliumeisencyanür einen blauen Niederschlag gebend . . 8. *Eisenvitriol.*

3) Himmelblau, widerlich zusammenziehend schmeckend. V. d. L. die Flamme grün färbend und bräunlich schwarz werdend; ein blankes Eisenstäbchen verkupfernd; mit Kaliumeisencyanür einen rothbraunen Niederschlag gebend . . . . 7. *Kupfervitriol.*

Specielle Beschreibung der Hydrolytarten.

§. 60. Wasser (Hydor).

§. 60¹. Tropfbare Flüssigkeit, welche in einer Temperatur unter 0°C ı Eis erstarrt und dann in rhomboëdrischen Gestalten krystallisirt, bei ıner Temperatur von 100° C. und 28 Par. Zoll Barometerstand (Luftruck) aber siedet und gasförmig wird. Im reinen Zustande geruch- und eschmacklos; farblos und in grossen Massen grünlich oder bläulich erscheiend; ganz durchsichtig. Spec. Gewicht = 1,000--1,03. — Bei + 4° C. eigt es seine grösste Dichtigkeit, über und unter dieser Temperatur aber lehnt es sich aus und wird leichter. Demgemäss wird kälteres Wasser in ;° warmem Wasser in die Höhe steigen und am Grunde des Meeres und nderer tiefen Gewässer sich stets 4° warmes Wasser befinden; denn würde s kälter oder wärmer, so würde es in die Höhe steigen und einer höher

liegenden Wasserschicht von dieser Temperatur Platz machen. Aus dies Grunde kann aber auch das Wasser von tiefen Gewässern nur an der Ob fläche und nie bis zum Grunde derselben zu Eis erstarren. Soll al Wasser zu Eis erstarren, so bedarf es nicht blos einer Erniedrigung d Temperatur bis unter 0° C., sondern auch einer Erschütterung sein Masse z. B. durch Luftströmungen. Darin liegt der Grund, warum Wass mit welchem Gefässe vollständig ausgefüllt sind, nicht eher gefriert, a bis es gerüttelt wird; warum ferner Teiche, welche in tiefen Gebirgskesse oder Waldbuchten gegen Winde geschützt liegen, oft gar nicht oder doc weit langsamer zufrieren, als offen liegende Gewässer, warum endlich a stehenden Gewässern selbst bei sehr niedriger Temperatur sich erst bei ein tretendem Winde eine Eisdecke bildet. Im Augenblicke seiner Erstarrun aber dehnt es sich um ein Zehntel seiner Masse und zwar mit einer sol chen Vehemenz aus, dass es selbst Felsmassen, deren Klüfte es ausfüllt zersprengt, wie allgemein bekannt ist. In dieser Ausdehnung des Wasser beim Erstarren liegt auch der Grund, warum das Eis obenauf schwimm und mit seiner Masse aus dem Wasser hervortritt.

Wie oben schon angedeutet worden ist, so wandelt sich das Wasse unter 28 Zoll Luftdruck erst bei 100° C. in Wassergas um. Bei gerin gerem Luftdruck aber braucht es nicht so viel Wärme; ja es kann selbs bei höheren Kältegraden verdampfen, wenn nur in der Atmosphäre Raun vorhanden ist, in welchem sich der Wasserdampf (Wassergas) ansammeln kann, wie das sogenannte „Aufgelecktwerden des Eises und Schnee's" be anhaltendem Ostwinde zeigt. Trockne Luftströmungen, welche an di Stelle von schon mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten wasserdampf leere Luft bringen, befördern daher bei jeder Temperatur die Wasser verdampfung eben so sehr, wie sie feuchte Winde hemmen oder ganz zum Stillstand bringen. — Bei seiner Verdampfung entzieht das Wasser seine Umgebung eine so grosse Menge Wärme, dass diese sich bei lange dauern der Wasserverdampfung und dabei fehlender neuer Wärmezuführung so abkühlt, dass alles noch vorhandene oder neu hinzukommende Wasser nicht nur nicht mehr verdampfen kann, sondern sogar zu Eis erstarren muss. Die Vergletscherung von Gegenden, welche weit unter der Region der Glet scher liegen, durch immer wiederkehrende Lawinen zeigt dies deutlich genug.

§. 60². Ist nun Wasser chemisch ganz rein, so hinterlässt es bei seiner Verdampfung keinen festen Rückstand. Lässt man solch reines Wasser bei Abschluss von Luft über glühendes Eisen streichen, so wird das letztere oxydirt, während Wasserstoff frei wird. Reine Alkalimetalle, vor allen Kalium, zersetzen auf diese Weise das Wasser schon bei gewöhn licher Temperatur. Ebenso wird dasselbe durch Zink oder Eisen und Schwefelsäure in der Weise zersetzt, dass sich einerseits ein schwefelsaures Metalloxyd und andererseits Wasserstoffgas entwickelt. — Hiernach besteht

das chemisch reine Wasser aus (11,1) Wasserstoff und (88,9) Sauerstoff, also aus HO. Aber in so reinem Zustande findet man es höchstens nur in dem Wasser, welches nach mehrstündigem Landregen aus der Atmosphäre herabfällt, oder auch wohl bisweilen in den Blasenräumen (z. B. mancher Basaltmandelsteine) und Drusenhöhlen mancher krystallinischen Gesteine oder auch wohl in den Tropfen der Krystalle (z. B. in den Bergkrystallen). In der Erdrinde dagegen möchte es sich wohl nirgends ganz rein finden. weil es in derselben überall etwas theils zu absorbiren, theils zu lösen, theils auch zu schlämmen findet.

a. Zu den absorbirbaren Stoffen gehören alle Gase, von denen das reine Wasser um so mehr in sich aufzusaugen vermag, je stärker der Druck derselben auf das letztere oder des letzteren auf die ersteren ist. Auf diese Weise absorbirt 1 Volumen desselben bei gewöhnlichem Drucke 1,06 Volum, bei 7 Atmosphären Druck (gleich einer Wassersäule von 224 Fuss) 5,3 Volumen Kohlensäure.

b. Zu den lösbaren Stoffen aber gehören viele Säuren und Salze, unter den letzteren namentlich die Carbonate der Alkalien, die Sulfate der Alkalien, der Kalkerde, Magnesia und meisten Schwermetalle, die Phosphate der Alkalien, alle Nitrate und Chloride (letztere mit Ausnahme des Chlorbleies, Chlorquecksilbers und Chlorsilbers), die basisch kieselsauren Alkalien, endlich auch die huminsauren Alkalien und die meisten quellsauren Salze.

c. Zu den schlämmbaren Substanzen endlich gehören alle diejenigen unlöslichen Stoffe, welche sehr hygroscopisch sind und sich von dem eingesogenen Wasser in so kleine Theilchen zerdrücken lassen, dass sich dann diese letzteren namentlich im bewegten Wasser lange schwebend erhalten können. Zu diesen schlämmbaren Stoffen, welche sich im Wasser dadurch bemerklich machen, dass sie dasselbe färben und zugleich mehr oder weniger trüben, gehört namentlich der Thon, das Eisenoxydhydrat und die Humus- und Torfsubstanz.

Von diesen Substanzen findet das reine Atmosphärenwasser auf seinem Zuge in und durch die Erdrinde immer mehrere vor. Die mit Verwesungs- und Fäulnissproducten thierischer und pflanzlicher Reste wohl versorgte Erdkrume reicht ihm auf diese Weise salpeter-, humus- und kohlensaure Salze, Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, und das feste Gestein der Erdrinde bietet ihm dann Stoffe genug, die es mit Hülfe dieser Reagentien aus ihren Verbindungen reissen und in sich auflösen kann. Viele der hierdurch gewonnenen Mineralstoffe verwendet es nun zwar wieder zur Umwandlung der, auf seinem weiteren Zuge durch die Spalten der Erdrinde von ihm berührten, Mineralien, viele aber, die es nicht mehr verwenden kann, behält es auch in sich gelöst und bringt sie in seinen Quellen endlich wieder an die Oberfläche der Erde. Das Wasser der Quellen ist

demnach, auch wenn es noch so klar und geschmacklos ist, niemals als chemisch rein zu betrachten. Wird aber demungeachtet ein solches Wasser rein genannt, so versteht man darunter ein farb-, geschmack- und geruchloses, ganz durchsichtiges Wasser, welches frei von mechanischen Beimengungen ist. Es muss übrigens ausdrücklich bemerkt werden, dass ein und dasselbe Quellwasser nicht zu allen Zeiten immer ein und dieselben Qualitäten und Quantitäten von Mineralstoffen, namentlich von Salzen, in sich gelöst enthalten kann, da im Zeitlaufe die Massen der Felsarten, welchen die Gewässer ihre Bestandtheile entnehmen, entweder ganz ausgelaugt oder doch so verändert werden, dass sie den Gewässern ganz andere Substanzen als früher zur Lösung übergeben. Alles dies gilt ganz besonders von den sogenannten Mineralwassern.

§. 60[3]. Je nach den in ihm aufgelösten oder ihm mechanisch beigemengten Substanzen unterscheidet man nun folgende Abarten des auf der Erdoberfläche massig auftretenden Wassers.

A. Schlammfreies klares Wasser, welches bei ruhigem Stehen wohl einen krystallinischen, aber nie einen aus Erdkrumentheilchen oder Humusfasern bestehenden Niederschlag geben kann.

I. Weiches Wasser, welches farb-, geschmack-, geruchlos und ganz durchsichtig ist und dabei so wenig Salze oder Säuren in sich aufgelöst enthält, dass es Seife nicht zersetzen kann und beim Abdampfen nur einen kaum merklichen Rückstand lässt. Es nähert sich dem chemisch reinen Wasser am meisten, schmeckt fade, d. h. nicht erquickend und kommt hier und da aus Klüften, Ritzen und Spalten von klastischen Gesteinen, welche ein kieseliges oder rein thoniges Bindemittel haben, so namentlich aus Schieferthonschichten und Thonsandsteinstraten (z. B. des Rothliegenden und Buntsandsteines bei Eisenach). Es kann überhaupt nur im Gebiete solcher Gesteine auftreten, welche keine vom Wasser auslaugbaren Substanzen, wohl aber Stoffe enthalten, welche dem Wasser selbst das abnehmen, was es etwa in sich gelöst enthält. In den meisten Fällen ist dasselbe sogenanntes Schichtwasser, d. h. Regenwasser, welches in die Spalten von aufgerichteten Gesteinschichten einrieselt und an den tiefer liegenden Oeffnungen dieser Schichten gleich wieder zu Tage tritt, daher fliessen die Weichwasserquellen nur in nassen Jahren sehr reichlich, während sie in trocknen Jahren nur schwach rieseln und wohl ganz aufhören.

II. Hartwasser, welches, obwohl ganz klar und durchsichtig, stets eine grössere Menge von Säuren und Salzen in sich gelöst enthält und darum Seifenwasser zersetzt, beim Abdampfen einen mehr oder minder starken Rückstand giebt und auch wohl Lackmuspapier röthet. Am meisten enthält es Kohlensäure und Salze der Alkalien und alkalischen Erden; es giebt jedoch auch solches, welches Schwefelwasserstoff, Arsensäure, Eisen-, Blei- und Kupfersalze in sich gelöst besitzt. Je nach der Quan-

ät und Qualität der in ihm vorhandenen Stoffe unterscheidet man von m folgende Abarten:

1) Gemeines Quellwasser oder Trinkwasser, welches einen erfrischenden, meist etwas säuerlichen, sonst aber keinen hervortretenden Geschmack besitzt und beim Abdampfen nur einen geringen Rückstand giebt, welcher vorherrschend aus kohlensaurem Kalk, Gyps oder Kochsalz besteht und bisweilen auch etwas Kieselsäure, Kali-, Natron- oder Magnesiasilicat, Glaubersalz, Chlormagnium oder Salpeter enthält. Das frisch aus der Erde hervortretende Trinkwasser besitzt in der Regel irgend ein Quantum atmosphärischer Luft und Kohlensäure („Brunnengeist"); daher der erfrischende Geschmack und das Aufperlen desselben.

   Die in diesem Wasser aufgelöst vorkommenden Substanzen sind verschieden, je nach der Art der Gebirgsarten, aus deren Gebiete sie hervorsprudeln. Das erfrischendste und gesündeste Wasser liefern stets diejenigen Quellen, welche aus dem Gebiete des Gneisses, Glimmerschiefers und Granites, überhaupt derjenigen krystallinischen Felsarten kommen, die unter ihren chemischen Bestandtheilen kieselsaure Alkalien und wenig Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul enthalten. Sie enthalten gewöhnliche Kohlensäure, gelöste Kieselsäure und etwas gelöstes kieselsaures Kali, woher es auch kommt, dass in dem von diesen Quellen durchrieselten Boden alle Pflanzen, welche namentlich Kieselsäure zu ihrer Nahrung brauchen, z. B. alle Gramineen, am üppigsten gedeihen.

2) Mineralisches Quellwasser, welches soviel Säuren oder Salze in sich aufgelöst enthält, dass es entweder schon im nächsten Umkreise seines Quellbeckens Absätze von den in ihm gelösten Stoffen bildet oder doch einen mehr oder minder stark hervortretenden, angenehmen oder widerlichen Geschmack besitzt, und wohl auch bei seinem Genusse irgend eine Reaction auf den Magen ausübt. Je nach den in ihm enthaltenen Hauptbestandtheilen kann man unterscheiden Salzwasser und saure Wasser.

   a. Die Salzwasser enthalten vorherrschend Carbonate, Sulfate und Chloride von Alkalien, alkalischen Erden, Thonerde und Eisenoxydul, selten von Kupfer — oder gar Bleioxyd, in manchen Fällen aber auch freie Kohlensäure. Unter ihnen treten nun namentlich hervor.

§. 1. Carbonatwasser, welche vorzüglich kohlensaure Salze in Lösung halten und bei ihrer Verdampfung an der Luft einerseits einen Rückstand von Carbonaten geben und andererseits Kohlensäure entwickeln. Sie entstehen in der Erdrinde überall da, wo kohlensaures Wasser auf Silicate

mit Alkalien, alkalischen Erden, Eisenoxydul, Manganoxydul etc. einwirkt. Zu ihnen gehören:

1) Kalkwasser, mit soviel doppeltkohlensaurem Kalk, dass sich schon im Bezirke seines Quellbeckens Absätze von Kalksinter bilden. Von etwas säuerlichem angenehmen Geschmacke. An der Luft stehend milchig werdend, zumal wenn es erhitzt wird, und Kohlensäure entwickelnd. Die Kalkwasserquellen kommen hauptsächlich im Gebiete der Kalkstein-, Mergel- und Kalksandsteinformation vor und zeigen sich namentlich da mit Kalk beladen, wo die Oberfläche dieser Ablagerungsflächen mit einer üppigen Waldvegetation versehen ist, welche durch ihre verwesenden Abfälle alle die Kohlensäure liefert, mittelst deren die Regenniederschläge Kalk im Innern der Berge auflösen. Daher setzen auch die meisten dieser Quellen nur so lange Kalk ab, als sich auf der Aussenfläche der Höhen, denen sie entspringen, Wälder, Wiesen und Kulturfelder befinden. In Höhlen mit Kalksinterbildungen kann man dies deutlich beobachten: denn diese Sinterbildungen hören auf zu wachsen, wenn die Oberfläche der sie erzeugenden Kalkberge entwaldet wird. In der Umgebung von Eisenach habe ich dies vielfach beobachtet, wie ich auch schon in meiner Abhandlung: „Die Wanderungen und Wandelungen des kohlensauren Kalkes" (Zeitschr. der geol. Gesellschaft, 1861. S. 263—346) ausführlich gezeigt habe.

   Aber nicht blos im Gebiete der Kalk- und Mergelgesteine, sondern auch in dem Bezirke der Hornblende-, Augit- und Labradorreichen krystallinischen Felsarten findet man kalkhaltige Quellen. Da aber die oben genannten Felsarten ausser Kalkerde auch Eisenoxydul und oft auch Manganoxydul und Magnesia enthalten, so besitzt das aus ihrem Gebiete hervorsprudelnde Quellwasser neben kohlensaurem Kalk auch in der Regel kohlensaures Eisenoxydul, auch wohl kohlensaures Manganoxydul und kohlensaure Magnesia, so dass, wenn sich durch den Verdunstungsprocess aus ihm Absätze bilden, dieselben stets aus einem Gemische der obengenannten Carbonate bestehen und von dem sich höher oxydirenden Eisen- oder Manganoxydul bald eine ockergelbe oder nelkenbraune Farbe annehmen. In den meisten Fällen indessen sind wohl die aus den obengenannten krystallinischen Gesteinen hervortretenden Kalkeisenwasser secundären Ursprunges, indem sie sich aus der Auflösung von denjenigen Kalk-, Dolomit- und Eisenspathgängen oder Lagern bilden, welche sich innerhalb der Massen jener krystallinischen Gesteine erst aus der Zersetzung der Hornblende, des Augites und Labradors erzeugt haben.

2) Eisenwasser, welches soviel doppeltkohlensaures Eisenoxydul gelöst enthält, dass es tintenartig schmeckt und bei seiner Verdampfung

einen ockergelben Rückstand von Eisenoxydhydrat bildet; ausserdem aber auch noch mehr oder weniger kohlensaures Manganoxydul, kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Magnesia nebst schwefelsauren Alkalien besitzt.

Die Eisenquellen verdanken ihre Bildung hauptsächlich der Auflösung von Eisenspathablagerungen durch kohlensaures Wasser und finden sich darum vorherrschend in der nächsten Umgebung von solchen Gesteinsformationen, welche Gänge, Stöcke und Lager von diesem Spathe enthalten, so am Südwestrande des Thüringerwaldes bei Liebenstein, wo die Eisenquelle aus Granit hervortritt, welcher einen mächtigen Eisenspathgang umschliesst; ferner im westlichen Deutschland, wo die berühmten Quellen von Pyrmont, Dryburg, Hofgeismar u. a. aus dem Gebiete der Magnesiaglimmer-, Hornblende-, Hypersthen- und Augitgesteine (des Magnesiaglimmerschiefers, Thonschiefers, Diabases, Gabbros und Basaltes) hervortreten, da die Gemengtheile dieser Gesteine sämmtlich kohlensaures Eisenoxydul bei ihrer Zersetzung liefern können. Viele Eisenquellen, z. B. die bei Alexisbad am Harz, die Nassauischen, die im vulcanischen Gebiete des Rheinlandes u. s. w. geben dafür Belege.

3) Sodawasser (Natronwasser), ein mehr oder weniger laugenhaft schmeckendes, nach dem Eindampfen die Weingeistflamme gelb färbendes Wasser, welches vorherrschend kohlensaures Natron, aber ausserdem noch zahlreiche andere Carbonate, Sulfate und Chloride enthält.

Die meisten Sodawasserquellen haben ihren Sitz in der nächsten Umgebung vulcanischer Gebirgsarten, so namentlich der Basalte und Phonolithe, und entstehen höchst wahrscheinlich durch die Einwirkung von kohlensaurem Wasser auf Labrador, Sanidin und Natronzeolithe. Ausserdem finden sich aber auch Quellen dieser Art im Gebiete von Oligoklasgesteinen, so vom Gneiss, Thonschiefer und Granit. Sie kommen theils heiss, theils kalt aus der Erde.

In Deutschland treten sie hauptsächlich theils im rheinischen Uebergangschiefergebirge (so am Taunus bei Fachingen, Geilnau und Ems), theils in der böhmischen Basaltzone (so bei Teplitz) auf. Bemerkenswerth erscheinen hier noch die Natronseeen Aegyptens, deren Wasser so viel Soda, Glaubersalz und Kochsalz enthält, dass sich unaufhörlich Krusten von diesen Salzen an deren Ufern absetzen.

§. 2. **Sulfatwasser**, welche vorherrschend schwefelsaure Salze in sich ist enthalten, und theils aus der Oxydation von Schwefelmetallen, theils ch die Einwirkung von schwefelsaurem Wasser, welches bei diesem Pro- e entsteht, auf zusammengesetzte Silicate gebildet werden. Zu ihnen ören namentlich:

1) Gypswasser, in welchem schwefelsaurer Kalk den vorherrschendsten Gemengtheil bildet, sehr gewöhnlich aber auch etwas kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, Chlornatrium und Glaubersalz vorkommt. Ohne bemerklichen Geschmack und Geruch.

Der Gyps ist ein so gewöhnlicher Bestandtheil des Wassers, dass man in vielen Gegenden kaum eine Quelle findet, welche nicht irgend ein Quantum von demselben gelöst enthielte. So sind z. B. unter 20 Brunnen Eisenachs nur zwei gypsfrei. Die Ursache für diese Erscheinung ist in der mannigfachen Entstehungsweise des Gypses zu suchen. Wo sich Schwefelkiese oxydiren, entsteht einerseits Schwefelsäure und andererseits schwefelsaures Eisenoxydul, beides leicht im Wasser lösliche Substanzen. Kommen die Lösungen derselben mit irgend einer Kalkerdeverbindung in Berührung, so wandeln sie diese letztere in schwefelsaures Kalkerdehydrat um, welches sich nun seinerseits selbst wieder im Wasser auflöst. Wo aber gäbe es eine Felsart, welche unter ihren unwesentlichen Gemengtheilen nicht irgend einen Schwefelkies enthielte? Besitzt nun eine solche Felsart unter ihren chemischen Bestandtheilen auch Kalkerde, wie dies bei allen Oligoklas-, Labrador-, Anorthit-, Hornblende- und Augitgesteinen der Fall ist, so ist auch alles Material zur Bildung von Gyps und Gypswasserquellen gegeben. Gesetzt aber auch, dass sie keine Kalkerde enthielte, so kommt doch das aus ihren Eisenkiesen entstandene Eisenvitriolwasser theils mit Kalkspathadern in ihrem Gebiete, theils mit Kalksteinablagerungen in ihrer Umgebung in Berührung und findet da die Kalkerde zur Bildung von Gyps.

Durch alles dieses schon lässt sich das so häufige Auftreten von gypshaltigen Quellen in der Umgebung von Graniten, Syeniten, Dioriten, Diabasiten, Thonschiefern und selbst von Kalksteinen, welche von Haus aus keine Gypslager enthalten, erklären.

Indessen nicht blos Schwefeleisen, sondern auch die Arten des Schwefelkupfers, so namentlich des Kupferkieses, und anderer Schwefelerze, geben durch ihre Vitriolbildungen Anlass zur Erzeugung von Gyps, woher es denn auch kommen mag, dass in der Umgebung solcher schwefelerzhaltigen Felsarten, vorzüglich des Kupferschiefers, in der Zechsteinformation immer mehr oder weniger starke Ablagerungen von Gyps vorkommen.

Diese Gypsablagerungen nun liefern dem Meteorwasser unmittelbar das meiste Material zur Bildung von Gypswasserquellen, ja oft so viel, dass sich in den Fels- und Bodenritzen, welche das Wasser dieser Quellen durchrieselt, die schönsten Drusen und Gruppen von Gypskrystallen ausscheiden. Ganz vorzüglich ist dies der Fall, wenn

solches Gypswasser Boden oder Gesteine durchzieht, welche, wie z. B. der Thon, begierig Wasser einsaugen.

Endlich aber hilft auch das Pflanzenreich an der Bildung von Gypsquellen. Es ist bekannt, dass die meisten phanerogamischen Gewächse, vor allen die auf Kalkboden wachsenden, Kalkerde unter ihren Aschenbestandtheilen, besitzen. Ausserdem aber ist auch Schwefel ein nur selten fehlender Bestandtheil wenigstens ihrer Stickstoffsubstanzen (z. B. des Eiweisses, Caseïns und Klebers). Zersetzen sich nun die abgestorbenen Körpertheile dieser Pflanzen an luftverschlossenen Orten, z. B. in nassem Thonboden, in Sümpfen oder in tiefen Düngergruben, so bildet sich aus ihrem Schwefel- und Kalkgehalt Schwefelcalcium. Und kommt dieses mit luftführendem Wasser in Berührung, so entsteht aus ihm durch Oxydation schwefelsaures Kalkerdehydrat, d. i. Gyps. Hierdurch lässt sich einerseits das Vorkommen von Gypsnadelsternen in Torflagern und alten Cloaken, und andererseits der Gypsgehalt der Quellen, welche hie und da aus moorigem Grunde hervorsprudeln, erklären.

2) Eisenvitriolwasser, in welchem schwefelsaures Eisenoxydul den Hauptbestandtheil bildet, ausserdem aber auch häufig noch Alaun, Gyps oder auch wohl Zink- und Kupfervitriol gelöst vorkommt. Etwas grünlich oder gelblich aussehend, tintenartig schmeckend, Galläpfeltinctur schwärzend und im Umfange seines Quellbeckens ockergelbes schwefelsaures Eisenoxydhydrat absetzend.

Es entsteht vorherrschend aus der Oxydation von Eisenkiesen, namentlich von Markasit, und findet sich darum hauptsächlich in der nächsten Umgebung von eisenkiesreichen Gebirgsarten, vorzugsweise im Gebiete der Thonschiefer, der Stein- und Braunkohlen und auch des Torfes. Ausserdem aber bemerkt man es auch bisweilen in alten verlassenen Gruben von Kupferkies- und Eisenspathgängen. Aus den letzten entsteht es jedenfalls durch die Schwefelsäure, welche bei vitriolescirenden Schwefelkiesen frei wird und nun auf den Eisenspath einwirkt.

.nhang 2.[1]) Mit dem Eisenvitriolwasser ist nicht zu verwechseln das gelblich aussehende und schwach tintenartig schmeckende Wasser, in welchem quellsaures Eisenoxyd aufgelöst ist. Diese Art von Eisenwasser, welche ebenfalls Eisenocker in ihrem Rieselbett absetzt, quillt aus den Abhängen von Hügeln und Bergen hervor, welche aus ockergelben Thon- oder Sandsteinen bestehen und deren Oberfläche mit einem dichten Filze von Haide oder Sumpfgräsern besetzt ist.

Ausserdem giebt es noch eine Art Wasser, welche stark tintenartig schmeckt und ganz dunkel bis schwarzbraun gefärbt ist. Diese enthält brenzsaures (gerbsaures) Eisenoxyd, und ist demnach

gewissermassen natürliche Tinte. Sie entsteht aus Eisenspath- oder Eisenvitriolwasser, wenn dasselbe einen Boden durchrieselt, in welchem sich viele verwesende Eichen-, Birken-, Weiden- oder auch Haidereste befinden. Bei der Zersetzung dieser Pflanzenmassen entsteht nämlich aus deren Gerbstoff Brenzsäure, welche ähnlich der Gerbsäure das Eisenoxyd aus allen seinen Verbindungen herauszuziehen vermag. In der Gegend von Bona (?) in der Provinz Algier soll ein Bach sein, dessen Wasser ganz schwarz von diesem Eisensalze gefärbt sein soll. — Vielleicht hat auch die schwarze Elster in der Lausitz ihre Färbung von brenzsaurem Eisenoxyd (?) — Uebrigens verwandelt sich sowohl das quellsaure wie das brenzsaure Eisenoxyd an der Luft allmählig in Eisenoxydhydrat, und trägt hierdurch zur Bildung von Limonit bei. (Vgl. oben die Limonitbildungen §. 54. unter e[2].)

2.[2]) Das Eisenvitriolwasser enthält sehr häufig auch Alaun in sich gelöst. Steigt der Gehalt des letzteren bis auf 6 pCt., dann wird es zu Alaunwasser, welches einen süsslich zusammenziehenden Geschmack besitzt und bei der Verdampfung seines Lösungswassers entweder von selbst oder nach Versetzung mit schwefelsaurem Kali einen Absatz von Alaunoctaëdern bildet. Dieses Wasser bildet sich durch die Einwirkung von Schwefelsäure, welche aus vitriolescirenden Schwefelkiesen frei wird, auf Gesteine, welche kieselsaure Thonerde enthalten, und findet sich daher vorherrschend im Gebiete des Thonschiefers in der Grauwackeformation, des Schieferthons in der Stein- und Braunkohlenformation, des Thons in der Umgebung von Torflagern, sobald diese Gesteine viel Markasit enthalten. Bekannt sind die Alaunquellen in Niederschlesien (bei Buckowina), in Böhmen (bei Stecknitz), in Niederösterreich (bei Krembs) u. s. w.

2.[3]) Endlich enthält das Eisenvitriolwasser auch bisweilen so viel schwefelsaures Kupferoxyd in sich aufgelöst, dass es bläulich aussieht, herb zusammenziehend schmeckt und an einem hineingesteckten reinen Eisenstabe einen metallischen Kupferüberzug bildet. Man nennt es alsdann Kupfervitriolwasser und benutzt es zur Herstellung des Cementkupfers. Es entsteht aus der Vitriolescirung des Kupfervitriols und findet sich hie und da in der nächsten Umgebung von kupferkiesreichen Gebirgsarten, so im Rammelsberg bei Goslar, bei Eppichnellen unweit Eisenach, St. Pölten in Oesterreich, Fahlun in Schweden, Wicklow in Irland u. s. w.

3) Glaubersalzwasser, kaltes oder heisses Wasser mit vorherrschendem Gehalt, von schwefelsaurem Natron in Verbindung mit verschiedenen Carbonaten, namentlich Soda und kohlensaurem Kalk, Kochsalz und freier Kohlensäure; von widerlich salzigem, oft laugenhaftem Geschmacke. Bei seiner Verdampfung Glaubersalzkrystalle

und gewöhnlich auch Kalksinter unter Entwickelung von Kohlensäure absetzend.

Die Glaubersalzquellen kommen zum Theil aus dem Gebiete von Steinsalzlagern und sind dann gewöhnlich kalt, zum Theil aus dem Gebiete gemengter krystallinischer Felsarten, z. B. des Granites und sind dann sehr oft heiss. Im russischen Reiche giebt es viele, welche wahrscheinlich alle aus den Steinsalzformationen kommen; in Deutschland aber findet sich eine bei Bertrich an der Eifel und mehrere im böhmischen Egerthale, so kalte bei Franzensbad unweit Eger, und bei Marienbad und warme bei Carlsbad.

Die letzteren, welche aus dem Granite hervorsprudeln, sind die merkwürdigsten. Sie besitzen eine Temperatur von 45 bis 60° R. und enthalten nächst viel freier Kohlensäure so viel kohlensauren Kalkes, dass sie fast ihr ganzes Quellgebiet mit einer mehrere Fuss mächtigen Kalksinterrinde (Sprudelschale) überwölbt haben. Noch ist es nicht vollständig entschieden, woher sie ihren Mineralgehalt nehmen. Nach Hochstetter („Carlsbad und seine geogn. Verhältnisse" 1856 S. 30 u. 69 ff.) liegen die Carlsbader warmen Quellen auf zwei unter hora 9—10 von SO. gegen NW. gerichteten Parallelspalten, welche der Hauptzerklüftungsrichtung des Carlsbader Granites nach hora 8—10 entsprechen und durch diese selbst bedingt sind.

4) Bittersalzwasser, welches nächst vorherrschender schwefelsaurer Magnesia besonders noch schwefelsaures Natron, schwefelsaures Kali, salpetersaure Magnesia und kohlensauren Kalk, ausserdem aber auch noch etwas Gyps und freie Kohlensäure enthält. Mit höchst unangenehmem, bitterlich salzigem Geschmack; beim Verdampfen einen nadelig-krystallinischen Niederschlag von unreinem Bittersalze gebend.

Die bedeutendsten Bittersalzquellen Deutschlands finden sich in der Basaltzone Böhmens (z. B. bei Saidschitz, welche nach Struve in 16 Unzen Wassers 83,138 Gran schwefelsaure Magnesia und 23,496 Gran Glaubersalz enthält, Sedlitz und Püllna); eine der berühmtesten Quellen dieser Art ist die von Epsom (Epsham) in England. Ausserdem zeigen die Quellen, welche in den schwefelkieshaltigen Dolomitmergeln der Kupferformation Schwabens und Thüringens entspringen, stets mehr oder weniger Bittersalz, so dass man zu der Annahme berechtigt ist, dass auch bei der Bildung dieses Wassers vitriolescirende Eisenkiese eine Rolle spielen, indem diese den Magnesiakalk in jenen Mergeln in Bittersalz und Gyps umwandeln.

Das so gebildete Bittersalzwasser nimmt dann in der auf diesen Mergeln lagernden Bodendecke erst salpetersaure Magnesia (bei Saidschitz nach Struve 7,907 Gran) auf, welche sich durch die Einwirkung der kohlensauren Magnesiakalkerde auf die in diesem Boden

befindlichen stickstoffhaltigen Verwesungssubstanzen fort und bildet.

Anhang. Aus gutgedüngten Kalk- oder Mergeläckern, ebenso au bituminösen Mergeln der Zechstein- und Liasformation kommen und da, z. B. am Hainich zwischen Langensalza und Eisenach, Q hervor, welche so viel Kalksalpeter enthalten, dass sich am I ihres Beckens beim Verdunsten des Wassers mehlige Salpeterbesc bilden. Dass an der Bildung dieses Salpeterwassers die wirkung des kohlensauren Kalkes auf die stickstoffhaltigen V sungssubstanzen des Bodens die Hauptursache ist, wird bei de schreibung des Salpeters gezeigt werden.

§. 3. **Chloridwasser**. Unter seinen Lösungssubstanzen herrsche Chlormetalle, namentlich Chlornatrium und Chlormagnium, vor. diesen in Mischung zeigen sich vorzüglich einige Sulfate, so hauptsä Glaubersalz, Bittersalz und Gyps und auch wohl die Carbonate von und Magnesia. Endlich finden sich in ihm auch bisweilen Spuren Bromiden und Jodiden.

Das Wasser aller hierher gehörigen Quellen besitzt einen koch bisweilen aber auch bittersalzartigen Geschmack und setzt beim Verda Kochsalz ab. Sein Hauptbildungsmaterial erhält es von unterird Steinsalzablagerungen; die obengenannten Beimengungen von Sulfaten werden ihm von den gewöhnlichen Begleitern der Steinsalzlager, vom Dolomitmergel und Kalkstein, geboten. Bisweilen jedoch kommen Chloridwasserquellen aus anerkannt vulcanischen Gesteinen, so aus Tr und vulcanischem Tuff, wie bei der Beschreibung des Steinsalzes ge werden soll. In diesem Falle sind die Chlormetalle, welche das R wasser aus den Gesteinen auslaugt und ihm zuführt, durch den Ei von Chlorwasserstoffdämpfen auf die chemischen Bestandtheile der Tra und Tuffgemengtheile entstanden oder schon fertig durch die vulcan Dämpfe in den Poren, Höhlungen und Spalten der genannten Fels abgesetzt worden. Hierher gehört

1) Das Kochsalzwasser (Salzsoole), welches bald in k bald aber auch in heissen Quellen zu Tage tritt, einen vorherrsch Kochsalzgeschmack besitzt und Koch- oder Steinsalz zum Hauptbesta hat, ausserdem aber auch gewöhnlich noch mehr oder weniger Glaub Gyps und etwas Bittersalz enthält. Vom Meerwasser ist es hauptsä dadurch unterschieden, dass in ihm das Chlornatrium vorherrscht, wä in dem letzteren das Chlormagnium mehr hervortritt. Seine Quellen namentlich im Gebiete der Zechstein-, Buntsandstein-, Muschelkalk- Keuperformation auf, jedoch fehlt es auch nicht in den jüngeren F tionen an Soolquellen. Unter den als Gesundbrunnen benutzten natriumquellen treten hauptsächlich hervor: Homburg v. d. Höhe, K

fliesst, daselbst auf die mannigfaltigste Weise an der Umwandlung oder Zersetzung der Erdrindemassen arbeitet und mit doppeltkohlensauren Salzen, — dem letzten Producte seiner steinumwandelnden

Tafel A.

Salzgehalt

Art der Bestandtheile.	Sulfatw	
	Mit vorherrschend. Natronsulfat.	
	Püllna (nach Struve). Temp. 6° R. Salzgehalt: 3,272291 ℔.	**Friedrichshall** (nach Bauer). Temp. 4-6° R. Salzgehalt: 2,548129 ℔.
Schwefelsaures Kali	0,062604.	0,000233
Schwefelsaures Natron	**1,611934 SO^3 NaO.**	**1,300600 SO^3 NaA.**
Schwefels. Kalkerde	0,033897.	———
Schwefels. Magnesia .	1,212057 SO^3 MgO.	———
Phosphors. Natron .	0,000041	———
Salpeters. Magnesia	———	———

Keuperformation auf, jedoch fehlt es auch nicht in den jüngeren formationen an Soolquellen. Unter den als Gesundbrunnen benutzten Chlornatriumquellen treten hauptsächlich hervor: Homburg v. d. Höhe, Kreu

henfelde, Kissingen mit seinem Ragoczy, Heilbronn (Adelheids-
iedrichshall, Selters, Marienbad (Ferdinands- und Kreuzbrunnen),
nz- und Salzbrunnen), Carlsbad (Neubrunnen) u. s. w. Alle diese
aber auch mehr oder weniger Glaubersalz, so namentlich die von
, Eger, Friedrichshall und Rothenfelde, welche sogar mehr Glauber-
ochsalz besitzen und deshalb zu den Glaubersalzquellen zu rechnen
Im Uebrigen vergleiche hierzu die Beschreibung des Steinsalzes

Chlormagniumwasser, welches vorherrschend Chlormagnium
ist diesem namentlich viel schwefelsaure Magnesia und Chlor-
nthält.
s Wasser ist in den Quellen des Festlandes nur selten zu finden,
sundbrunnen von Friedrichshall und Püllna ihrer vorherrschenden
ch zu den Glaubersalzquellen gehören. — Sein Hauptsitz ist
e, und zwar möchten ihrem Salzgehalte nach der Eltonsee in der
eppe und das todte Meer am reichsten an diesem Wasser sein.
zu weiter unten das Meerwasser.)
tz: Zur Bestätigung der über die verschiedenen Salzquellen an-
Thatsachen mögen die auf der beifolgenden Tafel A. (Salz-
er wichtigsten Mineralwasser Deutschlands).mitgetheilten
erzelius, Bauer, Bromeis, Struve, Bischof entlehnten Analysen dienen.
ie Sauerwasser enthalten irgend eine freie Säure in solcher
sich gelöst, dass sie entweder sauer schmecken oder doch eine
urenreaction wahrnehmen lassen. Ausserdem aber besitzen sie in
noch eine grössere oder kleinere Menge basischer Salze, vorherr-
rbonate. Zu ihnen gehört:
s kohlensaure Wasser (Sauerbrunnen), welches neben den
bonaten von Natron, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul so viel
e Kohlensäure enthält, dass es stark perlt oder schäumt, säuerlich
neckt, Lackmuspapier vorübergehend röthet und Aetzkalkwasser
ehig macht. Die Quellen des Kohlensäurewassers sind ihrer Ent-
tung nach von doppelter Art. Die einen erhalten ihre Kohlen-
re von der Oberfläche des Erdkörpers, die anderen aber aus dem
eren desselben. Jene ersten sind wohl die gewöhnlichsten. Wo
anismen, seien es Thiere oder Pflanzen, leben, sterben, verwesen
r verbrennen, da findet das Wasser sowohl der Atmosphäre, wie
Quellen, Flüsse und Seen unaufhörlich Kohlensäure zum Absor-
n, da bildet sich also auch fortwährend kohlensaures Wasser,
ches nun auf unzählbaren Kanälen dem Innern der Erdrinde zu-
st, daselbst auf die mannigfaltigste Weise an der Umwandlung
r Zersetzung der Erdrindemassen arbeitet und mit doppeltkohlen-
uren Salzen, — dem letzten Producte seiner steinumwandelnden

Thätigkeit —, beladen als Carbonatwasserquelle wieder zur Erdoberfläche zurückkehrt. Aber kaum hat es sich derselben genähert, da erleidet es schon durch den Einfluss der atmosphärischen Luft eine Veränderung. Durch Einwirkung der atmosphärischen Luftströmungen geben seine doppeltkohlensauren Salze einen Theil, ja die in ihm etwa vorhandenen Eisen- und Manganoxydulcarbonate in Folge ihrer höheren Oxydation theilweise ihre sämmtliche Kohlensäure frei, welche nun begierig von dem Lösungswasser wieder aufgesogen wird, so dass nun das aus der Erde hervorsprudelnde Quellwasser nur noch einfach kohlensaure Salze und viel freie Kohlensäure enthält. In diesem Verhalten liegt der Grund, warum einerseits jedes Carbonatwasser stets mehr oder weniger freie Kohlensäure und andererseits jedes Kohlensäurewasser immer Carbonate gelöst enthält. Am meisten tritt dies Verhältniss hervor bei den Eisencarbonatwassern, weil das Eisencarbonat nicht nur das meiste kohlensaure Wasser zu seiner Lösung braucht, sondern auch bei Luftzutritt durch höhere Oxydation seines Eisenoxyduls sich am leichtesten zersetzt und demnach die meiste Kohlensäure freigiebt.

Es giebt indessen auch viele Kohlensäurewasser, welche reich an Kohlensäure und arm an Salzen sind. Diese Wasser haben ihre Carbonate entweder schon auf ihrem Zuge durch die Erdrinde in den von ihnen durchzogenen Spalten abgesetzt oder durch den Einfluss stärkerer Säuren — z. B. der Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure — verloren.

Alle die bis jetzt erwähnten Kohlensäurewasser entspringen vorherrschend im Gebiete der krystallinischen Urschiefer, erhalten ihre Carbonate aus der Zersetzung des Glimmers, der Hornblende und des Augites und stehen fast immer in einer nahen Beziehung zu den Carbonatwassern.

Ausser ihnen giebt es nun aber auch noch Kohlensäurewasser, welche, wie oben schon angegeben worden ist, ihren Kohlensäuregehalt nicht von Aussen her, sondern e r s t i m I n n e r n d e r E r d r i n d e s e l b s t erhalten.

Die Kohlensäure für diese Wasser liefern theils sich höher oxydirende Eisenspathlager, theils vitriolescirende Eisen- und Kupferkiese, deren freiwerdende Schwefelsäure auf Carbonate einwirkt, theils sich oxydirende kohlige Substanzen, theils auch die Exhalationen von Vulcanen, wie das Folgende zeigen wird.

a. Wenn mit Sauerstoff beladenes Meteorwasser auf seinem unterirdischen Zuge Ablagerungen von Eisenspath durchsintert, so w[illegible] der letztere allmählig in Brauneisenerz umgewandelt. Die h[illegible] durch freiwerdende Kohlensäure verbindet sich mit dem Wa[illegible]

und bildet nun kohlensaures Wasser, welches, wenn es auf seinem weiteren Zuge keine von ihm umwandelbaren Mineralien findet, am Ende als ein Säuerling wieder zu Tage kommt.

b. Wenn ferner solch' mit Sauerstoff beladenes Wasser mit Eisen- oder Kupferkieslagern in Berührung kommt, so bildet sich bei der Oxydation dieser Schwefelerze freie Schwefelsäure, welche sich in dem zurieselnden Wasser auflöst. Kommt nun dieses schwefelsaure Wasser mit Ablagerungen von Kalkcarbonat in Berührung, so entsteht aus dem letzteren Gyps und freie Kohlensäure, welche sich nun ihrerseits wieder mit dem Wasser verbindet und so zur Bildung einer Kohlensäurewasserquelle Veranlassung geben kann. — In der Zechsteinformation treffen die eben erwähnten beiden Umstände bisweilen zusammen.

c. Aber es können auch von Bitumen oder sonstigen kohligen Substanzen durchzogene Steinmassen, ja selbst Stein- und Braunkohlen Veranlassung geben, zur Bildung von kohlensaurem Wasser, wenn Sauerstoff von Aussen her in sie eindringen hann.

d. Endlich ist auch allbekannt, dass überall da, wo Vulcane auftreten, die sogenannten Mofetten sehr viel kohlensaures Gas zu Tage fördern. Gelangt nun dieses Gas in unterirdische Klüfte und Höhlungen, die mit Wasser gefüllt sind, so wird es daselbst von dem letzteren in um so grösserer Menge aufgesogen, je mehr es sich in diesen Räumen anhäuft und in Folge davon auf das daselbst befindliche Wasser drückt. Das auf diese Weise gebildete Kohlensäurewasser wird stets die grösste Menge Kohlensäure enthalten und da, wo es endlich aus seinen unterirdischen Behältern hervortritt, sich mit starkem Aufschäumen und Sprudeln bemerkbar machen.

Die meisten Kohlensäurewasser Deutschlands treten in den Grauwacke-fergebieten der Länder zu beiden Seiten des Rheines und zwar da am ten auf, wo in diesen Gebieten mächtige Eisenspathlager oder Basalte andere vulcanische Gebirgsarten zu bemerken sind. Am berühmtesten einen unter ihnen das Kohlensäurewasser von Selters, Pyrmont, Dri-, Soden, Geilnau, Schwalheim, Wildungen und Roisdorf bei Bonn.

2. Das kieselsaure Wasser (Kieselwasser), in der Regel heiss und iel Kieselsäure enthaltend, dass sich an der Mündung seiner Quellen mehr oder minder starker Absatz von Kieseltuff bildet; ausserdem aber noch gewöhnlich etwas Kochsalz und Glaubersalz besitzend.

Die berühmtesten und Kieselsäure reichsten dieser Quellen befinden auf Island, wo sie unter anderen die mächtigen Fontainen des Geysir, n Wasser nach Forchhammer (Poggend. Annal. XXXV. S. 27) in Unzen 5,506 Kieselsäure, 1,167 Natron, 2,264 Kochsalz, 0,827

schwefelsaures Natron (Magnesia) und 0.453 Gyps enthält, und Strocks bilden: ferner in Kamtschatka und in Toskana bei Montamiata. In allen diesen Gebieten stehen sie im Zusammenhang mit noch thätigen Vulcanen.

Ausserdem enthalten wohl die meisten Quellen, welche aus dem Innern der krystallinischen Silicatgesteine kommen, mehr oder weniger freie Kieselsäure in sich gelöst, da ja bei der Zersetzung aller Alkalien haltigen Silicate durch kohlensaures Wasser gewöhnlich diese Säure frei und neben den sich bildenden Carbonaten durch das kohlensaure Wasser mit gelöst wird.

Bei Ruhla am Thüringerwalde zeigen auf diese Weise fast sämmtliche Quellen, welche aus dem Glimmerschiefer und Granit kommen, verhältnissmässig viel Kieselsäure. Eine derselben, am Breitenberge, enthielt früher soviel von dieser Säure, dass sich die hölzernen Leitungsröhren, durch welche das Wasser dieser Quellen zu einem Sammeltroge geführt wurden, in ihrem Innern binnen wenigen Jahren mit einem schönen, aus concentrischen Lagen bestehenden Kieselsinter über 5 Linien dick ausfüllten.

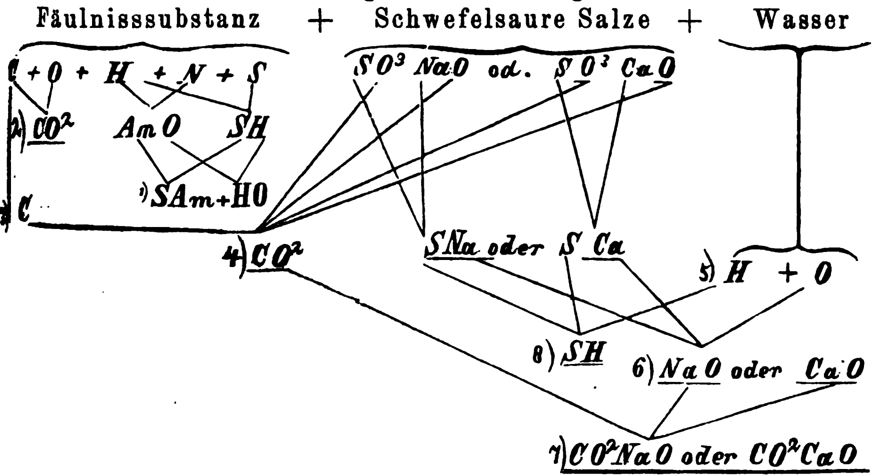
Man kann übrigens leicht den Kieselsäuregehalt von Quellen an den Pflanzenarten erkennen, welche sich in dem Becken und Rinnsaale derselben ansiedeln und üppig vermehren: Oscillatorien verschiedener Art fehlen nie in diesen Kieselwasserbecken: Wassermoose (Sphagnen) wuchern üppig an dem Rande derselben und Gräser der verschiedensten Art machen einander den Platz auf dem von Kieselwasser durchzogenen Lehmboden streitig und treiben Halme so dick und hoch, wie auf keinem anderen Boden.

3) Schwefelwasser: ein nach faulen Eiern riechendes, unangenehm schmeckendes, Silber schwärzendes, Schwefel absonderndes, kaltes oder heisses Wasser, welches freien Schwefelwasserstoff und neben diesem auch mehrere schwefel- und kohlensaure Salze, vor allen aber fast stets etwas Schwefelnatrium, Glaubersalz, Kochsalz, Kalkcarbonat und freie Kohlensäure enthält.

Schwefelwasserstoffhaltiges Wasser bildet sich zunächst überall da, wo thierische Reste und überhaupt Stickstoff und Schwefel haltige Organismenstoffe unter Wasser verfaulen. Auf diese Weise bemerkt man es in allen Stätten flüssigen Düngers, in Sümpfen und Mooren, in letzteren oft so stark, dass sich beim Austrocknen derselben in ihrem Schlamme oder Torfe mehr oder weniger grosse Nester von pulverigem oder krystallinischem Schwefel erzeugen.

Ferner entsteht dieses Wasser auch dann, wenn Stickstoffhaltige Organismenreste an luftverschlossenen Orten mit Lösungen von schwefelsauren Salzen in Berührung kommen. In diesem Falle aber entstehen neben freiem Schwefelwasserstoffe auch Schwefelmetalle, von denen indessen nur das Schwefelnatrium, Schwefelkalium und allenfalls etwas Schwefelcalcium in Lösung bleiben. Der bei diesem Processe auftretende Schwefelwasserstoff kann jedoch eine doppelte Bildungsquelle haben.

Unter den gewöhnlichen Verhältnissen entsteht er anfangs zugleich mit Ammoniak aus dem Schwefel der Fäulnisssubstanzen selbst; hat aber erst bei fortschreitender Zersetzung die kohlige Masse dieser Substanzen den im Wasser gelösten schwefelsauren Salzen ihren Sauerstoff entzogen, dann beginnt eine neue Entwickelung von Schwefelwasserstoff aus den eben erst gebildeten Schwefelmetallen. Mit Hülfe des diesen Salzen eben erst geraubten Sauerstoffes entsteht nämlich aus dem Kohlengehalte der Fäulnissmasse Kohlensäure, welche sich im Wasser löst. Diese nun treibt die ebenfalls im Wasser gelösten Schwefelmetalle an, Wasser zu zersetzen, um sich oxydiren und dann mit der Kohlensäure verbinden zu können. Der hierdurch frei werdende Wasserstoff des Wassers aber verbindet sich nun mit dem ebenfalls frei werdenden Schwefel der sich oxydirenden Schwefelmetalle zu Schwefelwasserstoff. Es entstehen also auf diese Weise Kohlensäure, Carbonate und Schwefelwasserstoff, wie folgendes Schema zeigt:



Auf diese Weise kann also das Wasser von allen Quellen und Brunnen, welche Gyps, Glaubersalz, Eisenvitriol etc. gelöst enthalten, Schwefelwasserstoffhaltig werden, wenn ein todtes Thier auf irgend eine Weise in dasselbe gelangt. Mir selbst ist ein Fall bekannt in welchem ein Gyps haltiges Brunnenwasser dadurch auf lange Zeit zu starkem Schwefelwasser wurde, dass ein Frevler während des Nachts eine todte Katze in den Brunnen geworfen hatte. Auf diese Weise lässt es sich aber auch erklären, wie Quellwasser, welches Gyps, Glaubersalz u. a. Sulfate gelöst enthält, leicht Schwefelwasser enthalten kann, wenn es auf seinem unterirdischen Laufe, durch Erdrindelagen dringen muss, welche reich an Bitumen sind; wie ferner gerade diejenigen Formationen, welche Steinsalzlager mit ihren nie fehlenden Begleitern, Gyps, Glauber- und Bittersalz enthalten, so reich an Schwefelquellen sind, warum endlich in diesen Quellen fast stets neben

schwefel- und kohlensauren Salzen auch viel freie Kohlensäure und artige Substanz auftritt. Die Schwefelwasserquellen des westlichen I lands, welche fast sämmtlich aus den Gyps und Steinsalz fü Formationen hervorkommen, sind Belege für das eben Ausgesproch

Es können aber ferner auch solche Schwefelwasserquellen a Spalten gemengter krystallinischer Felsarten hervortreten, wenn das welches sie auf Ritzen und Klüften durchrieselt und sich zuletzt i unterirdischen Höhlungen ansammelt, theils lebende, theils abge mikroscopische Algen und Infusorien mit sich führt. Stehende G ohne Zufluss und offenen Abfluss, wie z. B. Sümpfe und Moore, Gebirgsrücken von krystallinischen Schiefern, deren Schichten aufg stehen, so dass das Wasser von oben her sie leicht durchsintern kan auch von Graniten, Porphyren und Grünsteinen, können auf diese leicht das Material zur Bildung von Schwefelwasserquellen liefern.

Endlich geben auch die Schwefelwasserstoff haltigen Exhalatio Vulcane eine reiche Quelle zur Bildung dieser Quellen in der Um der letzteren. Denn wo diese Exhalationen auf ihrem unterirdische mit Gewässern in Berührung kommen, da geben sie auch ihren Sc wasserstoff ebenso wie ihre Kohlensäure an das Wasser der letzte

In Deutschland giebt es viele Schwefelquellen. Die wichtigsten d befinden sich bei Aachen, Burscheid, Nenndorf und Eilsen im we Deutschland und bei Baden in Oestreich. Aber auch die Schweiz, und Frankreich zeigen viele Quellen dieser Art, so das letztere bei B de Luchon, Bagnères d'Adour (in den Pyrenäen), Baréges u. s. w.

B. Schlammhaltiges Wasser: Oft zwar noch ganz kl durchsichtig, beim Ruhigstehen aber stets einen Niederschlag the erdigen, namentlich thonigen, theils von organischen Substanzen ab und dabei einen mehr oder minder deutlichen, unangenehmen Fäulnis („Schlammgeruch") von sich gebend.

Diese Art Wasser enthalten zunächst alle Fliesswasser des landes, namentlich im Frühjahre nach jedem starken Schneeschme überhaupt nach jedem starken Regenniederschlage, am meisten die und Ströme, deren Betten in lockeres Erdreich eingeschnitten sin wenigsten die Bäche, welche ihren Rinnsaal in festes krystallinisches eingenagt haben; sodann die Meere, deren Bett überhaupt den Sa platz allen Gebirgsschuttes, welchen die Fliesswasser des Landes m führen, bildet; endlich die Sümpfe, Moräste und Moore, deren mit mineralischem und vegetabilischem Schlamme durchzogenes, gewissermassen einen Uebergang von den tropfbarflüssigen zu den Körpern bildet. — Unter diesen sämmtlichen Schlamm führenden W nen hier nur das Moor- und Meerwasser näher betrachtet werden

Tafel B.

Art der Bestandtheile	Von offenen Meeren.			
	Atlantisch. M. [20° 54' N. B. 40° 44' W L.] (nach Bibra).	Stilles Meer aus 420 F. Tiefe [bei 25° 11' S. B. u. 93° 24' W. L.] (nach Bibra).	Stilles Meer aus 11 F. Tiefe [bei 25° 11' S. B. u. 93° 24' W. L.] (nach Bibra).	Bei Cap Horn [56° 32' S. B. 68° 47' W. L.] (nach Bibra).
	Salzgeh.: 3,47	Salzgeh.: 3,52.	Salzgeh.: 3,47.	Salzgeh.: 3,48.
Chlornatrium	76,05.	73,47.	74,58.	75,75.
Chlormagnium	9,00.	11,64.	10,36.	8,84.
Chlorkalium	4,00.	3,45.	3,34.	3,26.
Bromnatrium	1,15.	0,87.	1,15.	1,21.
Brommagnium	—	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk	4,60.	4,60.	4,67.	5,18.
Schwefelsaure Magnes.	5,20.	5,97.	5,90.	5,76.
Kalkbicarbonat . . .	—	—	—	—
Magnesiabicarbonat .	—	—	—	—
	100,00.	100,00.	100,00.	100,00.

Literatur: LXXVII S. 90. — Marcet: in Berzel., Lehrb. XXII S. 271. — Vogel: Schweigger's Journ.,

1) Das Meerwasser (Salzfluth): Wasser, welches stets vorherrschend
natrium und Chlormagnium, ausserdem in den meisten Fällen Chlor-
m, schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Natron und schwefelsauren
, seltener schon Chlorcalcium und Magnesia- Kalkcarbonat aufgelöst
lt, endlich aber auch namentlich zur Zeit des Sommers eine grosse
e Fäulnisssubstanzen und feinzertheilte Erdschlammtheilchen beigemischt
— Von widerlich salzigem Geschmack und (namentlich zur Sommerzeit)
oder minder stark hervortretendem faulen Fischgeruche. Bei ruhigem
n und in kleinen Mengen farblos und klar; in grossen Massen aber
erschieden gefärbt erscheinend. Beim Verdampfen namentlich Kochsalz,
ilen untermischt mit Glaubersalz, Bittersalz und Gyps, absetzend.
Obwohl das Meer schon bei seiner uranfänglichen Bildung durch die
lampfförmigen Mineralstoffen erfüllten Meteorwasserniederschläge eine
e Menge der verschiedenartigsten Salze besessen haben mag, durch
Einfluss auf den feurig flüssigen Erdkörper die ersten Rindelagen
ben entstanden sind; obwohl es auch jetzt noch Meere giebt, welche
Steinsalzlagern stehen und diesen ihren Salzgehalt verdanken, so ist
nicht weg zuleugnen, dass die Meere im Allgemeinen den grössten
ihrer Salze und Schlammtheile den Fliessgewässern verdanken, welche
von allen Seiten zueilen und unaufhörlich alle die dem festen Lande
ten Salztheile und feingeschlämmten Substanzen zuführen. Es kann
That das Meer in dieser Beziehung das Universalmagazin
nur irgend lösbaren Mineralbestandtheile genannt werden.
n aber die Fliesswasser des Festlandes nicht überall und auch nicht
n Zeiten ein und dieselben Mineraltheile mit sich führen, da vielmehr
- und Schlammgehalt einerseits von der mineralischen Beschaffenheit
ihnen durchzogenen Landesmassen und andererseits von der Länge
Veges von ihrer Quelle an bis zu ihrer Mündung ins Meer und
auch von ihrer Fliessgeschwindigkeit abhängt, so folgt daraus von
dass sowohl der Salz-, wie der Schlammgehalt des Meeres an Art
nge abweicht, je nach seiner Lage und Umgebung, ja dass die Art
nge seiner Beimischungen sogar abändert in verschiedenen Jahres-
In dieser Beziehung hat man wie die auf beifolgender Tafel B
enen Analysen verschiedener Meerwasser bezeugen, bis jetzt
Beobachtungen gemacht:

)er Salzgehalt des Meeres nimmt zu:

. wie die Entfernung vom Strande. Am geringsten ist er an der Mündung der Ströme. Eine Ausnahme hiervon machen jedoch diejenigen Ströme, welche, wie manche der russischen und kirgisischen Steppen, selbst viel Salz in sich gelöst enthalten;
. je mehr man sich von den Polen aus dem Aequator nähert, weil in den Meeresgegenden des letzteren die Verdampfung des Wassers

grösser ist und in Folge davon eine stärkere Concentration der Salze stattfindet;

c. von der Oberfläche des Meeres nach seiner Tiefe zu, weil die salzreicheren Wasserschichten specifisch schwerer sind als die salzärmeren;

d. je länger, heisser und trockener die Sommerzeit ist, weil alsdann einerseits das Wasser des Meeres selbst stärker verdampft und andererseits demselben die Flüsse nicht so grosse Mengen Süsswasser zuführen können.

2) Unter den nie im Meerwasser fehlenden Salzarten spielen das Chlornatrium, Chlormagnium und die schwefelsaure Magnesia die Hauptrolle. Im offenen Meere nimmt unter diesen das Chlornatrium die erste Stelle ein; in flachen, tief ins Land einschneidenden Meeresbusen und rings vom Land umschlossenen, flachen Binnenseeen, welche sehr wenig Zufluss haben, dagegen wächst in Folge von fortdauernder Verdunstung der Chlormagniumgehalt so, dass er zuletzt den Chlornatriumgehalt überwiegt. Die Ursache davon ist, weil das Chlormagnium sich wegen seiner starken Hygroscopicität selbst noch in so geringen Wassermengen gelöst erhalten kann, aus denen das Chlornatrium sich ausscheiden muss. Der Eltonsee in der Kirgisensteppe und das todte Meer geben hierzu Belege.

3) Der Gehalt an feinzertheilten Organismenresten (Fäulnisssubstanzen) und erdigen Theilchen ist grösser:

a. in der warmen Jahreszeit, als in der kalten. Am reichsten an fauligen Organismenresten ist das Meer zur Sommerzeit in den sogenannten „Schlickmonaten“ (Mai, Juni, Juli, August), weil in Folge von Wärme die zahllosen täglich absterbenden Bewohner des Meeres nebst ihren Abwürfen schneller verwesen als im Winter;

b. in der Nähe der Küsten und Strommündungen, als auf der hohen See, weil einerseits die einmündenden Ströme viel Fäulnisssubstanzen mit sich führen und andererseits das Land der Küsten selbst der Meereswoge in seinen erdigen Massen viel Schlammtheile aller Art abgiebt. Am grössten erscheint der Gehalt des Meereswasser an fauligen und erdigen Schlammtheilen an flachen, allmählig abfallenden, aus lockerem Gebirgsschutte bestehenden, Küsten. Diese bilden die Stätte, auf welcher die anfluthende Meereswoge durch seinen Schlammgehalt die fruchtbaren Marschen absetzt.

2) Das Moorwasser, ein bald durchsichtiges, weingelb- bis schwarzbraungefärbtes, bisweilen auch farbloses, bald trübes, kaum durchsichtiges, erd- oder schwarzbraunes Wasser, in welchem sich wohl stets humussaure, namentlich ulmin-, quellsatz- und brenzsaure- Ammoniaksalze meist in Verbindung mit humussauren Eisen- oder Kalksalzen, ausserdem aber auch

in der Regel freie Torfsäure und mikroscopisch feine, theils lebende theils abgestorbene Algen, aus der Familie der Oscillatorien und Diatomeen befinden.

Diese Art Wasser entquillt den grösseren Torfmooren, hauptsächlich den Hochmooren, und bildet die sogenannten Moorbrunnen, Moorbrüche und Moorseeen (Mare), zeigt sich aber auch in allen, durch Torfausstich entstandenen Tümpfeln und Vertiefungen dieser Moore. Bisweilen sieht es selbst in grösseren Mengen so farblos und klar aus, dass man es für das reinste Quellwasser halten möchte; lässt man es aber einige Stunden in einem flachen Glasnapfe stehen, so bemerkt man zunächst einen unangenehm ammoniakalischen Geruch, sodann auf seiner Oberfläche eine feine irisirende Haut und endlich an den Wänden des Gefässes einen feinen bald pulverigen, bald faserigen Ueberzug von weisser, gelber oder sepienbrauner Farbe. Dieser Ueberzug besteht theils aus kohlensaurem Kalk, theils aus Eisenoxydhydrat, theils aus einem äusserst zarten, filzigem, — nur mit dem Vergrösserungsglase deutlich zu erkennenden —, Gewebe von Fadenkörperchen, die von abgestorbenen Oscillatorien herrühren. So wenigstens hat mir es die Untersuchung zahlreicher Moorwasser gelehrt. (Vgl. hierzu mein Buch über die Humus-, Marsch-, Torf-, und Limonitbildungen S. 117, 121, 200, 203 u. a. O.). Diese Untersuchung hat mir aber ebenfalls gezeigt, dass wohl in den allermeisten Fällen die humussauren Eisen- und Kalksalze mit humussaurem Ammoniak verbunden sind, ja dass dieses letztgenannte Salz das eigentliche Lösungsmittel der genannten Salze ist. Hierdurch lässt sich auch der fast nie fehlende Gehalt an Ammoniak in den durch diese Moorwasser gebildeten Mineralniederschlägen erklären. In der Regel sind die im Moorwasser gelösten Salze Doppelsalze von quellsatzsaurem Ammoniak und quellsatzsauren Metalloxyden (namentlich Eisen und Manganoxydul); es giebt aber auch Fälle, in welchen diese Salze mit Brenzsäure, — einer aus der höheren Oxydation der in Torfgewächsen vorhandenen Gerbsäure entstandenen Säure —, verbunden erscheinen. Alsdann hat das Moorwasser eine dunkel sepienbraune oder schwärzliche Färbung, etwa so wie es die Mare der Eifel oder die Seeen der schwarzen Elster zeigen. — Endlich kommt es noch vor, dass die den Torfmooren entquellenden Wasser nichts weiter gelöst enthalten, als etwas humussaures Ammoniak und freie Torfsäuren; ja es kommt vor, dass solche Wasser in den ersten Jahren ihrer Bildung Eisensalze und dann später nur noch Säuren enthalten. Wahrscheinlich haben sie in diesem Falle den Eisengehalt ihrer mineralischen Umgebung ganz ausgezogen.

Dass nun da, wo diese Moorwasser Eisensalze enthalten, mit der Zeit Limonitablagerungen entstehen, ist früher bei der Beschreibung der Limonite schon erwähnt worden, (vgl. oben §. 54e. S. 199). In Südbayern geben sie aber auch Veranlassung zur Bildung der unter dem Namen: „Alm“

bekannten Süsswasserkalkablagerungen, wie wir bei der Beschreibung des kohlensauren Kalkes noch weiter sehen werden. Moorwasser in der Weise, wie es hier beschrieben worden, befindet sich über allen grösseren Torfmooren. Die Mare in den alten Kratern der Eifel und Rhön, die Moorbäche und Moorseeen der grossen Moore Ostfrieslandes und der Lausitzer Elstermoore zeigen sie zur Genüge.

Nicht immer aber erscheint dieses Moorwasser klar und durchsichtig. Wenn nach lang anhaltender nasser Witterung die Torfmasse der Moore sich so übervoll Wasser gesogen hat, dass ihre ganze Substanz zu einer dünnen Brei- oder Schlammblase über die Ränder ihres Lagerortes emporgetrieben wird, dann ergiesst sich aus ihren berstenden Rändern mit brausendem Geräusche ein schwarzbrauner Strom von Moorwasser, welcher alles von ihm erreichte und überzogene Land verheert, mit einer mehr oder minder dicken, qualmigen und stinkenden Schlammdecke überzieht und auf viele Jahre hin unfruchtbar macht. Dieses schlammige Moorwasser ist nicht mit dem oben beschriebenen zu verwechseln und nur als eine mechanische Mischung desselben mit dem durch Regenwasser entstandenen Torfschlamme zur betrachten.

§. 60b. **Eis** (Erstarrtes Wasser).

1) Es krystallisirt in hexagonalen (oder auch wohl — ähnlich dem Aragonite — in rhombischen) Formen, unter denen hauptsächlich sechsseitige Pyramiden, Prismen, Nadeln und sechsseitige Tafeln hervortreten; ferner bildet es Gruppirungen von feinen Prismen oder Nadeln zu einfachen und mannichfach zusammengesetzten Sternen, denen aber stets eine aus sechs Nadelstrahlen gebildete Tafel zu Grunde liegt (Schnee- und Reifsterne), oder Säulen, welche aus lauter sechsseitigen, parallel mit einander verbundenen, Prismen bestehen; ferner erscheint es namentlich auf Flächen anderer Körper theils in Combinationen von neben einander liegenden und sich gegenseitig mit ihren Strahlen berührenden Sternen, theils in mannichfach verästelten, aber ebenfalls aus kleinen Nadeln bestehenden, moosähnlichen oder dendritischen Formen — lauter Gestalten wie man sie an erstarrendem Wasser auf Glastafeln oder Wasseroberflächen beobachten kann; ferner tritt es auf in stalaktitischen Formen, welche oft sogar ein concentrisch- schaliges Gefüge haben (Eiszapfen), oder in grösseren und kleineren, kugeligen, bohnenförmigen und eckigen, Körnern und Knollen, welche bald gleichmässig dicht sind, bald aus concentrischen Eisschalen bestehen und einen dichten Eis- oder Schneekern umschliessen (Körnereis oder Firn, Graupeln, Schlossen und Hagel); endlich aber bildet es auch derbe, weit ausgedehnte Massen, welche bald ein körniges, (Gletschereis), bald ein dichtes (gemeines Wassereis), bald auch ein schwammiges, aus zusammengesinterten Nadelresten bestehendes, Gefüge (Grundeis der Flüsse) besitzen.

emerkung: Ganz dicht möchte indessen das Eis wohl nie sein, da es theils aus der Erstarrung von Wasserkugeln, theils aus Nadeln entsteht, die sich so mit einander verbinden, dass immer noch kleine Zwischenräume zwischen ihnen leer bleiben. Auch beweist der nie fehlende Luftgehalt die Porosität des Eises.

2) Eigenschaften: Seine Cohärenz ist wenig spröde oder auch mild; r Bruch muschelig; die Härte = 1,5—2,5; das specifische Gewicht im llgemeinen bei 0° = 0,92; in einzelnen Fällen aber nur = 0,88; ein olumen Wasser giebt also etwa 1,0895 Volumentheile Eis, oder dehnt ch um $\frac{1}{11}$ aus. Dieses geringe spec. Gewicht, in Folge dessen das Eis uf dem Wasser schwimmt, rührt von der Luft her, welche das Eis in einer ganzen Masse einschliesst. In seinem Verhalten zum Lichte erscheint s bei voller Reinheit in kleinen Stücken farblos oder weisslich, in grösseren Massen aber oft prächtig meergrün oder grünblau (so namentlich das Gletschereis); durchsichtig bis durchscheinend; glasartig glänzend. Durch basische Flächen zeigt es im polarisirten Lichte die farbigen Ringe mit lem Kreuze. — Das gewöhnliche Eis entsteht aus dem Wasser, wenn die Temperatur desselben bis unter 0° R. sinkt, und schmilzt wieder zu Wasser, wenn es bis über 0° R. erwärmt wird. Nur der Firnschnee soll nach Hugi so fest und hart sein, dass er selbst bei 15 bis 20° R. noch nicht schmilzt.

3) Chemisches Verhalten. Seinem chemischen Gehalte nach erscheint das Eis als chemisch reines Wasser und selbst das Meereseis nimmt ei seiner Bildung weder von dem Salzgehalte, noch von den sonstigen Beimischungen des Meerwassers etwas in sich auf, so dass es nur da, wo s in Ritzen und Blasenräumen noch unerstarrtes Wasser umschliesst, einen alzgehalt wahrnehmen lässt. Wenn nun demungeachtet das Schmelzwasser er Gletscher milchig aussieht und einen eigenthümlichen Geschmack offenbart, o rührt dies von mechanischen Beimengungen her, welche das Gletscherasser vorherrschend von der nassen, durch das Reiben der vorwärtsschieenden Gletschermassen an ihrer Oberfläche zu Staub zermalmten, Felsnterlage fortschlämmt. Zum Theile aber mögen auch die Staubtheile, elche theils der fallende Schnee, theils auch die atmosphärische Lufttrömung auf das Gletschereis führt und dann die schmelzende Eismasse in ich aufnimmt, die Ursache von dieser Verunreinigung des Gletscherassers sein.

4) Abarten des Eises. Je nach seinem Bildungsmateriale und inem Gefüge kann man folgende Abarten des Eises unterscheiden:

a. Atmosphärisches Eis, welche durch die Erstarrung theils von Luftfeuchtigkeit (Nebelbläschen) theils von schon tropfbarem Wasser (Regentropfen) entsteht und als Schnee, Reif, Nebelschnee, Staubschnee, Graupeln, Schlossen und Hagel bekannt ist.

1) Der Stern- und Flockenschnee besteht aus mehr oder minder ausgebildeten — oft 1" messenden Schneesternen, die theils einzeln, theils zu Flocken vereint langsam zur Erde niederschweben und sich hauptsächlich dann bilden, wenn die von Luftfeuchtigkeit erfüllte Atmosphäre sich allmählig bis zum Frostpunkt erkältet.

2) Der Staub- oder Nebelschnee, welcher aus einzelnen oder locker geballten, äusserst zarten, glänzenden Eisnädelchen besteht, und sich hauptsächlich aus den Dunstbläschen der Atmosphäre bei grosser Kälte und herrschendem Ostwinde bildet.

3) Der Körnerschnee (Graupeln, Schlossen und Hagel), welcher aus hirsen- bis hanfkorngrossen, bisweilen aber auch aus wallnuss- bis taubeneigrossen, harten, bald dichten, bald concentrischschaligen, äusserlich glatten oder höckerigen, kugeligen oder knolligen, Eismassen besteht, welche hauptsächlich beim Beginne des Frühjahres, Sommers und Herbstes meist am Tage niederstürzen und gewöhnlich mit elektrischen Erscheinungen verbunden sind.

b. Terrestrisches Eis, welches theils aus der Umwandlung des niedergefallenen Atmosphäreneises, theils aus dem Wasser auf der Erdoberfläche entsteht.

Zu ihm gehört hauptsächlich:

α. aus dem niedergefallenen Schnee gebildet:

1) der Firn: Feste, harte, runde Eiskörner von blendend weisser Farbe, welcher entweder lose, sandähnliche, Aggregate bilden oder durch ein eisiges Bindemittel zu einer festen, oft stahlharten, oolithähnlichen Eismasse verkittet sind. In der gemässigten Zone Europas nur in Höhen zwischen 9000—10000 Fuss dadurch entstehend, dass der in diesen Höhen jahraus jahrein fallende, ganz trockene, nadel- oder sternförmige Schnee während der Sommers am Tage oberflächlich anschmilzt, so dass sich zwischen den einzelnen Schneeklümpchen unzählige, sich hin und her windende Wasserströmchen bilden, welche diese Schneeklümpchen durch Hin- und Herschieben abrunden und in jeder Nacht wieder zu Eis erstarren, so dass sie nun mit den abgerundeten Schneeeiskörnchen eine compacte Eismasse (Firneis) bilden, die aber an jedem folgenden Tage während des Sommers wieder aufschmilzt, bis die Kälte des kommenden Winters sie ganz und gar zu Firneis erstarren lässt.

2) das Gletschereis: Feste, harte, compacte Eismasse, welche aus grösseren oder kleineren, deutlichen oder undeutlichen, unmittelbar unter sich zusammengeschmolzenen Eiskörnchen besteht (also ein körniges Gefüge hat), in verticale, blau- und weissgebänderte Schichtlagen abgetheilt und von äusserst feinen, nach allen Richtungen hin netzartigverbreiteten Haarspalten durchzogen ist. In kleinen

Stücken ganz farblos; in grossen Massen, namentlich an den Wänden seiner Spalten, schön blau in den verschiedensten Nüancen. Von scharfem, zusammenziehenden Geschmacke und starker Einwirkung auf den Magen, (was nach Hugi von seinem grossen Kohlensäure-Gehalte herrühren soll.). Es entsteht aus der sich abwechselnd wiederholenden Aufschmelzung und Erstarrung von Firneis in Höhen von 7600 Fuss (auf den Alpen) und bildet in den Hochalpenthälern zwischen 5700 und 9000 Fuss Höhe gewaltige, hie und da bis 1500 Fuss mächtige Ablagerungen.

β. aus dem tropfbarem Wasser gebildet:

3) das dichte Eis: Bei vollständiger Ausbildung ganz dicht und fast glasartig, und entweder farblos und ganz durchsichtig (Süsswassereis) oder weisslich und trüb (Meereseis). In der Polarzone, namentlich um Grönland, Spitzbergen und die Baffingsbailänder, viele Meilen lange und breite, Eisfelder bildend, welche oft über 6 Fuss hoch über und wohl an 20 Fuss unter den Meeresspiegel hinabragen und während des Sommers Veranlassung geben zu den schwimmenden Eisinseln.

4) das schwammige Eis: Aus zahllosen kleinen, sich nicht innig berührenden Nädelchen bestehendes, poröses oder schwammiges, meist von erdigen Theilen schmutzig gefärbtes Eis, welches auf dem steinigen oder kiesigen Grunde von Gewässern oder auch in sand- oder kiesreichen, von Wasser durchzogenen, Bodenarten entsteht und unter anderen beträchtliche Ablagerungen unter der Dammerde Sibiriens darstellt.

5) das Stalaktiteneis, welches im Winter überall da entsteht, wo allmählig tropfendes Wasser durch Ecken und sonstige Vorsprünge an senkrechten Wänden aufgehalten und so erkältet wird, dass es zu Eis erstarrt. Es gleicht in seiner Bildungsart ganz den Stalaktiten des kohlensauren Kalkes und anderer Mineralien.

6) Das Duft- oder Frosteis. Es erscheint an der Oberfläche kalter Körper theils in der Gestalt ganz regelrecht ausgebildeter sechsstrahliger Sterne, an denen man sehr gut den Bau der Eiskrystalle untersuchen kann, theils in der Form von moos- oder korallenähnlichen Auswüchsen, welche den sogenannten Eisenblüthen oder Aragonitstauden in ihrem Baue ganz ähnlich sind.

Ganz besonders schön ausgebildet sieht man solche Eisbäumchen an den Nadeln der Fichten und Wachholdern, welche sie oft dick überdecken, wenn während des Herbstes oder Frühjahres nach einem nebelreichen Tage eine kalte Nacht erfolgt; aber sie bilden sich auch, — namentlich an Felswänden und Mauern —, wenn

nach anhaltend kaltem Wetter plötzlich ein mit Feuchtigkeit beladener, warmer Luftstrom eintritt. Immer aber entstehen sie durch die Erstarrung von Nebel- oder Thaubläschen, nie aus vollen Wassertropfen.

Bemerkung: Ich habe vielfach die Gelegenheit gehabt, dieses sogenannte Dufteis an Bäumen zu beobachten und stets gefunden, dass die von ihnen gebildeten „Zuckerbäumchen" sowohl in ihrer Ausbildungsweise wie in ihrer Zusammensetzung den Aragonitbildungen sehr nahe stehen. Ueberhaupt finde ich zwischen den Eiskrystallbildungen und den Krystallisationsproducten des Kalkcarbonates auch nach ihrer Entstehungsweise viel Aehnliches, so dass ich von meinen Erfahrungen ausgehend annehmen möchte, dass einerseits alles Eis, welches aus der Erstarrung des atmosphärischen Dunstes oder Wassergases entsteht, aragonitisch, und andererseits alles aus tropfbarem Wasser entstehende Eis calcitisch krystallisirt.

5) Geologische Bedeutung des Eises. Unter den eben beschriebenen Abarten des Eises treten der Firn, das Gletschereis und das Meereseis in denjenigen Gebieten der Erdoberfläche, in denen die mittlere Temperatur des Jahres + 4° R. beträgt, mit solcher Mächtigkeit auf, dass sie mit vollem Rechte zu den Gebirgsarten gerechnet werden müssen. — (Vgl. Senft: Classification und Beschreibung der Felsarten S. 88—101.) Aber das Eis bildet nicht blos mächtig ausgedehnte Erdrindelagen; es übt auch selbst in kleineren Massen einen mannichfachen Einfluss auf die Veränderung der übrigen Erdrindemassen aus.

Dass es in dieser Beziehung durch sein Schmelzwasser bedeutende Wirkungen hervorbringen kann, ist bereits bei der Beschreibung des Wassers erwähnt worden. Hier kann demnach nur von seinem mechanischen Einflusse die Rede sein. Und dieser besteht einerseits in der Zertrümmerung und andererseits in der Translocirung von Erdrindemassen.

1) Wenn das, Felsklüfte ausfüllende, Wasser zu Eis erstarrt, so dehnt es sich im Augenblicke seiner Erstarrung mit solcher Heftigkeit aus, dass es selbst mächtige Felsmassen nach allen Richtungen hin zerreisst. So lange es nun Eis bleibt, bildet dieses selbst einen Kitt zwischen den zerrissenen Gesteinsmassen; sobald es aber bei höher werdender Temperatur wieder zu Wasser schmilzt, dann stürzen unter gewaltigem Krachen die von ihm während des Frostes zusammengehaltenen Felstrümmer auseinander. Jedes Gebirge, vorzüglich der gewaltige Kamm der Alpen, giebt für diese Wirksamkeit des Eises Belege, am häufigsten aber diejenigen Bergmassen, welche aus stark geneigten Wechsellagen von Schieferthonen und Sandstein oder Conglomeraten bestehen. Denn die Schieferthonlagen in diesen si[nd] starke Wasseransauger und werden in Folge davon am meisten vom Fro[st] heimgesucht und vom Eise zerspalten, wie man unter anderem an d[...]

othliegenden bei Eisenach nach jedem kalten Winter, dem ein nasser erbst vorausgegangen ist, bemerken kann.

Noch schlimmer wirthschaftet in dieser Weise das gefrierende Wasser nd dann wieder das aufthauende Eis in den mit sandreichen Bodenarten ersehenen Ländereien am Ufer der Flüsse und Ströme. Wenn nämlich ach einem recht nassen Herbste diese Ländereien theils vom Regenwasser, theils auch von dem seitlich in ihre Bodenmasse eindringenden Flusswasser in ihrer ganzen Masse durchzogen sind und es tritt starker Frost ein, dann wird ihre ganze Bodenmasse in ein wahres Trümmergestein umgewandelt, essen Erdkrumentheile durch Eis zusammengekittet erscheinen. Tritt nun in plötzliches Thauwetter ein, dann werden die den Flüssen zunächstgelegenen Strecken dieser Ländereien, welche stärker durchfroren sind, als die weiter vom Wasser abgelegenen Strecken derselben, in einen wahren Schlamm mgewandelt, welchen die Flüsse leicht mit fortführen können, so dass nun ewaltige Lücken in ihren Ufern entstehen und die Flüsse selbst eine solche tromrichtung bekommen, in welcher sie leicht das noch übrige Land nagen oder unterwaschen können.

2) Aber das Eis transportirt auch Felstrümmer oft weit weg von ihrer rsprünglichen Heimath. Dies thun nicht blos die allmählig vorwärtsschiebenden Eismassen der Gletscher und die sich von ihrer nördlichen Heimath losreissenden und auf dem Oceane umherschwimmenden Eisinseln, ndern auch die Grundeisschollen der Ströme. Denn diese, welche aus hwammigem, lufterfüllten Eise bestehen, haben eben in Folge ihres Lufthaltes das Bestreben, sich im Wasser emporzuheben, und indem sie dies it aller Heftigkeit ausführen, heben sie allen Steinschutt, an welchem sie f dem Grunde der Gewässer festgewachsen sind, mit in die Höhe und hren ihn an ihrer unteren Fläche so lange mit sich, bis sie selbst an er seichten Flussstelle stranden und im Verlaufe der Zeit schmelzen. ss auf diese Weise in gar manchen Strömen alte Sandbänke immer mehr höht und auch neue geschaffen werden, ist bekannt genug.

§. 61. Säuren.

Gasförmige, tropfbarflüssige oder auch wohl starre Mineralien, welche flüssigen Zustande Lakmuspapier röthen, einen mehr oder weniger sauren schmack auf der Zunge erregen, einen säuerlichen oder dumpfstechenden r auch faulen Geruch zeigen und basische Metalloxyde verändern.

Obgleich sich die hierher gehörigen Säuren, wie namentlich die Kohlen-, wefel- und Schwefelwasserstoffsäure, in der Natur theils bei der Umndelung von Mineralien, theils bei der Zersetzung von organischen Subnzen, theils auch bei den Exhalationen der Vulcane fast unaufhörlich wickeln, so trifft man sie verhältnissmässig doch nur selten in reinem stande und in grösserer Menge an einem Orte angehäuft an.

Am häufigsten treten sie noch auf in Spalten und Höhlungen in der Umgebung noch thätiger oder auch scheinbar ruhender Vulcane. Gewöhnlich erscheinen alle diese Säuren in Wasser aufgelöst und bilden dann sehr oft einen Bestand der im Vorigen schon beschriebenen Sauer- und Mineralwasser. Dies gilt ganz vorzüglich von der Kohlen- und Schwefelwasserstoffsäure, da diese letztgenannten beiden Säuren stark genug sind, um nicht irgendwo Basen zu finden, mit denen sie sich verbinden können.

Ueber die Quellen dieser Säuren ist besonders noch zu erwähnen:

§. 61'. Die Kohlensäure (fixe Luft) ist das letzte Oxydationsproduct aller Organismenreste, welche Kohlenstoff enthalten, und entsteht daher nicht nur an allen luftoffenen Orten, welche verwesende Pflanzen- und Thierstoffe oder sogenannte Humussubstanzen besitzen, sondern auch an luftverschlossenen Räumen, wenn sich nur in deren nächsten Umgebung sauerstoffhaltige Körper z. B. Metalloxyde befinden, welchen die in Zersetzung begriffenen, kohlenreichen Organismenreste unter Hülfe von Wärme (wie sie ja bei allen unter Wasser oder im Erdinnern befindlichen Körpern dieser Art frei wird) oder unter Anregung durch eine Basis (— z. B. durch Ammoniak, welches sich bei der Zersetzung aller Stickstoff haltigen Organismenmassen entwickelt —) den Sauerstoff entziehen können.

Auf diese Weise entwickelt sich also aus den abgestorbenen Organismenresten nicht blos an der Luft oder in einem lockeren Boden, sondern auch auf dem Boden der Gewässer — z. B. der See'n und Moore der tief in der Erde lagernden Braun- und Steinkohlen, und selbst im Innern der Vulcane aus dem mit Meerwasser in deren heisses Laboratorium eingedrungenen Organismenreste fortwährend Kohlensäure. Ja durch die Vulcane wird soviel von dieser Säure entwickelt, dass dieselbe nach L. von Buch (Geogn. Beobachtungen Bd. II. S. 156 ff.) oft Monate lang nach einem Ausbruche des Vesuves in der ganzen Umgebung des letzteren aus dem Boden hervortritt und sich selbst als eine stagnirende Schichte über der Oberfläche des Meeres und des Bodens ausbreitet.

Ausserdem wird durch den Athmungsprocess aller lebenden Organismen, sowie durch die Verbrennung organischer Stoffe in jedem Augenblicke eine unberechenbar grosse Menge dieser Säure der Atmosphäre übergeben, ohne sich jedoch in der letzteren ansammeln zu können, da sie theils durch die Gewässer der Erdoberfläche, theils durch den atmosphärischen Wasserdunst aufgesogen und bei seinem Niederschlage den Massen der Erdrinde zugeführt wird.

Endlich aber wird in der Erdrinde selbst überall da, wo Carbonate durch höhere Oxydation ihrer Basen (— so namentlich des Eisen- und Manganoxydules —) oder durch Schwefelsäure und andere freie Säuren zersetzt werden, oder wo sich Salze aus ihrem kohlensauren Lösungswas-

lurch Verdunstung dieses letzteren ausscheiden, Kohlensäure in Verbindung nit Wasser frei.

Alle diese freigewordene Kohlensäure senkt sich theils im gasförmigen Zustande, theils mit Wasser verbunden, in den Spalten und Ritzen der Erdrinde vermöge ihrer Schwere abwärts. Findet sie auf diesem Zuge nun keine Mineralien, mit denen sie Verbindungen eingehen kann, so sammelt sie sich in der Tiefe jener Spalten oder auch in Höhlungen immer mehr an. Und indem sie hier auf das fast stets vorhandene Wasser um so stärker drückt, je mehr sie sich nach und nach ansammelt, so wird sie von dem letzteren in um so grössere Mengen eingesogen, je stärker sie auf dasselbe drückte. Wenn endlich im Verlaufe der Zeit ein solches Wasser einen Abzug zur Erdoberfläche erhält, dann braust es mit Schäumen und Gischten als Kohlensäurequellen aus seinem unterirdischen Behälter hervor. Diese Kohlensäurequellen sind nun entweder in steter Thätigkeit oder setzen theilweise aus; das erstere möchte der Fall sein bei Quellen, deren unterirdisches Magazin unaufhörlich und sehr rasch den durch seinen Abfluss erlittenen Verlust an Kohlensäure sowohl wie an Wasser wieder ersetzt; das letztere dagegen wird hauptsächlich dann stattfinden, wenn einerseits der Quellcanal von dem Boden des Quellmagazins aus in die Höhe steigt und andererseits der Verlust des abgeflossenen Wassers oder Gases nicht gleich wieder durch neu zum Magazin strömendes Gas vollständig ersetzt wird.

Die durch die obengenannten Processe freigewordene Kohlensäure häuft sich indessen auch ohne Hülfe des Wassers in unterirdischen Gewölben und Klüften an, wie namentlich in der nächsten Umgebung von Vulcanen, z. B. in der Hundsgrotte bei Neapel, beobachtet werden kann, und bahnt sich dann von hier aus als Mofetten oft durch Ritzen und Spalten einen Abzug zur Erdbodenfläche.

§. 61². Die Schwefelsäure bildet sich zwar in den Erdrindemassen überall da, wo Eisenkiese vitriolesciren (vgl. hierzu §. 51c.), aber trotzdem wird sie im Ganzen nur selten und nur in kleinen Mengen gefunden, weil sie als starke Säure gewöhnlich irgend eine Basis findet, mit der sie sich verbinden kann. Nach Hausmann soll sie auf diese Weise bisweilen im alten Manne von Bergwerken z. B. im Rammelsberge bei Goslar" vorkommen. Ich selbst habe nur einmal einige Tropfen von ihr in der Spalte eines von Eisenvitriol durchzogenen Stückes Braunkohle von Kaltennordheim gefunden. — In der nächsten Umgebung von Vulcanen dagegen soll sie öfters in grösseren Mengen auftreten, so in Höhlen am Aetna, am Vulcan Idiene auf Java, am Vulcan Curau bei Popoyan, am Peschan in Innerasien u. s. w.; auch hat man sie in der Zoccolinogrotte in Toscana und in einer Höhle bei Aix in Savoyen bemerkt. Ist dies wirklich der Fall, — (was nicht ganz wahrscheinlich ist, weil sie nach dem Obigen fast überall Basen

findet, mit denen sie sich verbinden könnte) —, dann entsteht sie durch Oxydation von schwefeliger Säure, welche sich bei jeder vulcanischen Exhalation durch Oxydation des aus dem Krater und den Solfataren hervortretenden Schwefelwasserstoffes bildet und mit Wasser verbunden oft zu grösseren Pfützen (Lagunen) anhäuft.

§. 61³. Die Schwefelwasserstoffsäure (hepatische Luft) ist ein Fäulnissproduct aller Eiweiss und Kleber (Leimsubstanz) haltigen Thier- und Pflanzenstoffe, indem sie bei der Zersetzung dieser Körper aus ihrem Schwefel- und Wasserstoffgehalt entsteht. Sie zeigt sich darum in jedem, mit vegetabilischen oder animalischen Abfällen versehenem, Boden, in allen Spalten, Klüften und Höhlen der Erdrinde, in denen Thiere lebten und starben, in grösster Menge aber auf dem Grunde aller stehenden Gewässer in dem daselbst sich fort und fort anhäufenden schwarzen, aus Mineral- und Fäulnissstoffen bestehenden Schlamme. Welche gewaltige Mengen derselben schon durch die Fäulniss der Seetange im Meere entstehen, davon giebt Forchhammer (nach Bischofs chem. Geol. Bd. I. 925) einen Beleg. Nach diesem Gewährsmanne entwickelt sich aus dem verwesenden Seegrase (namentlich Fucus vesiculosus) in der Nähe von Kopenhagen soviel Schwefelwasserstoffgas, „dass das Silber in den, der Küste nahe gelegenen, Landhäusern beständig geschwärzt wird." Kommen nun diese Gas-Exhalationen mit Eisenoxyd in Berührung, so bildet sich Eisenkies, wie man namentlich an der Westküste der Insel Bornholm gut beobachten kann.

Gewöhnlich erscheint sie alsdann — und namentlich in dem letzten Falle — theils mit Ammoniak zu Schwefelwasserstoff-Ammoniak, theils mit Kohlenwasserstoff zu Bitumen verbunden und in der Feuchtigkeit ihrer Bildungsstätte gelöst. Die kohligen Ueberreste ihrer Bildungsmassen und die thonigen Schlammtheile am Grunde der Gewässer saugen diese Verbindungen gierig auf, verdichten sie um so mehr, je stärker der Druck ist, welcher auf diesen Massen lastet, und halten sie so lange fest, bis sie durch Erwärmung dieselben frei werden lassen. In allem diesen liegt der Grund, warum nicht blos die Stein-, Braun- und Torfkohlen, sondern auch alle bituminösen Schieferthone, Mergelschiefer, Kalksteine und Sandsteine beim Reiben und Erhitzen Schwefelwasserstoff entwickeln. Aber nicht nur faulige Organismenreste, sondern auch viele Schwefelmetalle geben Schwefelwasserstoff frei, sobald Säuren auf sie einwirken. Die Schwefelalkalimetalle thun dies schon, wenn sie mit kohlensaurem Wasser in Berührung kommen. Wirft man z. B. Schwefelcalcium in ein Glas mit kohlensaurem Wasser, so entsteht unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff kohlensaurer Kalk. Der auf diese Weise entstandene Schwefelwasserstoff wird nun theils von dem eben erst entstandenen kohlensaurem Kalke mechanisch angesogen und festgehalten, so dass der letztere beim Reiben stinkt (mancher Stinkkalk), theils bleibt er frei, und sammelt sich in den Poren,

len, Ritzen und Spalten seiner Muttergesteine oder auch anderen Massen ner Umgebung an. Gelangt dann später das überall die Erdrinde durch-selnde Atmosphärenwasser zu seinen Sammelorten, so saugt dasselbe ihn f und führt ihn entweder den Quellen zu oder verwendet ihn zur Um-ndelung von Metalloxyden und Salzen in Schwefelmetalle.

Wenn nun aber auch auf die eben beschriebene Weise alle Orte der Erd-de, an denen sich faulige Organismenreste zersetzen oder Schwefelmetalle rch zutretende wässerige Säuren in Salze umwandeln, Schwefelwasserstoff oduciren, so sind doch die noch in Thätigkeit befindlichen Vulcane die uptbildungsstätte desselben; denn in den Exhalationen dieser bildet der hwefelwasserstoff nächst dem Wasserdampfe das am meisten und in ster Menge hervortretende Gas, sei es nun, dass er aus der Einwirkung r Schwefeldämpfe auf den Wasserdampf oder dieses letzteren auf Schwefel-talle oder aus den Organismenresten gebildet wird, welche durch das erwasser auf seinen unterirdischen Canälen ohne Aufhören dem vulcani-hen Heerde zugeführt werden. In der Umgebung dieser häuft er sich meisten an; in ihren Klüften und Höhlen bildet er durch seine Zer-zung Schwefelüberzüge, an der Mündung derselben aber wandelt er sich in schwefelige Säure und Schwefelsäure.

§. 61[4]. Die Chlorwasserstoff- oder Salzsäure, welche in Silber-ungen einen weissen, an der Luft violett und schwarz werdenden Nieder-hlag erzeugt, ist ein sehr häufiger Bestandtheil der Exhalationen mancher lcane und findet sich dann oft in dem Wasser der heissen Quellen und ützen in der nächsten Umgebung von noch thätigen Vulcanen, so nament-h bei San Juan de Tararamco, San Sebastian und Guinche in Südamerika. e entwickelt sich wohl vorherrschend aus den Chlormetallen, welche durch s Meerwasser zum vulcanischen Heerde gelangen und entweder schon in esem selbst durch Kieselsäure oder erst in dem Krater durch Schwefel-asserstoff zersetzt werden, und giebt dann wieder Veranlassung zur Bil-ung von mehreren Chormetallen z. B. von Chlornatrium, Chlorammonium, isenchlorid, Chlorkupfer, Chlorsilber, Chlormercur, Chlorblei, sobald sie auf rem Zuge durch den Krater oder die Klüfte und Höhlungen der Vul-ne mit leicht zersetzbaren Verbindungen der genannten Metalle in Be-hrung kommt.

emerkung: Die Kieselsäure, welche auch im Wasser mancher Vulcane und selbst vieler Quellen gelöst vorkommt, wird erst bei den Siliciolithen be-schrieben, da sie viel häufiger als festes, in reinem Wasser unlösliches, Mineral auftritt, als in wässriger Lösung.

§. 62. **Salze.**

Im reinen Wasser lösliche, an der Zunge einen rein salzigen oder widerlichen, bald zusammenziehenden, bald kühlenden, bald süsslichen, bald bitterlichen, bald auch tintenartigen Geschmack erzeugende Mineralien, welche Verbindungen theils von Sauerstoffsäuren mit Metalloxyden, theils von Chlor mit Metallen sind. — Alle bilden Krystalle, einzelne auch gewaltige derbe Massen. Ihre Cohärenz ist milde, bis etwas spröde; ihr spec. Gewicht = 1,4=3,2; ihre Härte = 1,0—3,5. Die meisten von ihnen sind farblos oder weiss, einige aber blaugrün, gelblich oder blau; durchsichtig bis undurchsichtig; glasartig glänzend. —

Die meisten der hierher gehörigen Salze sind Zersetzungs- oder Umwandelungsproducte von anderen Mineralien, namentlich von Silicaten, Carbonaten und Schwefelerzen und entstehen theils durch die Einwirkung von starken Säuren, namentlich Schwefel- und Salpetersäure, auf den Alkalien-, Kalkerde-, Magnesia- und Thonerdegehalt dieser Mineralien, so bei den Silicaten und Carbonaten; theils durch Oxydation, so bei den Schwefelerzen. Eins von ihnen, der Salmiak, scheint sogar ein Zersetzungsproduct von fauligen Organismenresten zu sein. Sie finden sich daher auch vorherrschend in der nächsten Umgebung derjenigen Mineralien oder Substanzen, aus deren Umwandelung sie entstanden sind, theils als mehlartige Beschläge, theils als krystallinische Ausblühungen oder Drusen, wenn anders das Wasser sie nicht ihrer Geburtsstätte entrückt und dann später bei seiner Verdunstung in Spalten, Höhlen und beckenartigen Räumen, sei es als Stalaktiten und Sinter, sei es auch als derbe Massen wieder abgesetzt hat. Selbst das Steinsalz, welches sonst in gewaltigen selbstständigen Ablagerungen auftritt, macht hiervon keine Ausnahme, wie wir später sehen werden.

Indessen eben wegen ihrer leichten Löslichkeit trifft man, mit Ausnahme des Steinsalzes, sie nur selten in grösseren Mengen an, am ersten noch in der Umgebung der Quellen, deren Wasser sie gelöst enthält, und dann auch nur diejenigen unter ihnen, welche schon eine grössere Menge von Lösungswasser brauchen und nicht die Eigenschaft besitzen, schon in der atmosphärischen Feuchtigkeit zu zerfliessen. — Aber grade durch diese leichte Löslichkeit erhalten sie auch ihre hohe Wichtigkeit; denn einerseits werden sie hierdurch die Bildungsmittel der für den Haushalt aller Organismen, — ganz besonders aber für den Menschen — so wichtigen Mineralwasser, und andererseits die Reagentien, mittelst deren hauptsächlich der Stoffwechsel im Mineralreiche unterhalten wird, indem ihre Basen, sobald sie noch nicht mit dem ihnen am nächsten verwandten Umwandlungsstoffe verbunden sind, zersetzend auf diejenigen Mineralien einwirken, welche diesen von ihnen am meisten begehrten Umwandlungsstoff besitzen.

Am meisten unter diesen Salzen nun treten folgende Gruppen und Arten auf.

§. 62 a. Carbonate.

Die in reinem Wasser löslichen kohlensauren Salze besitzen nur alkalische Basen und sind wohl meistens nur Zersetzungs- und Auslaugungsproducte von Silicaten, namentlich von Natron oder Kali haltigen Feldspathen (z. B. von Oligoklas und Labrador) und Zeolithen durch kohlensaures Wasser. Wenigstens sprechen sowohl die so häufigen Ausblühungen von Natroncarbonat auf Külften von in Zersetzung begriffenen, Oligoklas, Labrador oder Zeolithe haltigen, Felsarten oder von den aus der Zertrümmerung dieser Gesteine hervorgegangenen Conglomeraten, Sandsteinen, Tuffen und Thonarten, ebenso wie der reiche Gehalt an Carbonaten in den aus diesen Felsarten entspringenden Quellen für diese Art ihrer Entstehung.

Ausserdem kommen sie aber auch hie und da im Verbande mit Chlornatrium und kohlensaurem Kalke unter Verhältnissen vor, dass man sie für Umwandlungsproducte von Chlornatrium durch kohlensauren Kalk halten muss.

Wegen ihrer leichten Löslichkeit im Wasser einerseits und wegen ihrer leichten Umwandlung durch schwefelsaure oder phosphorsaure Salze (z. B. durch Gyps-, Eisenvitriol-, Kupfervitriol- und andere Metallvitriollösungen) andererseits trifft man sie indessen im Ganzen nur selten im Gebiete der Felsarten an.

Ebenso kommen sie in Bodenarten, welche von lebenden Pflanzen bewohnt werden oder viele stickstoffhaltige Organismenreste enthalten, gar nicht oder nur spurenweise vor. Denn wo lebende Pflanzen sich befinden, da werden sie von diesen als gute Nahrungsmittel aufgesogen, und wo in Verwesung befindliche Organismensubstanzen auftreten, da werden sie theils, wie beim Salpeter gezeigt werden soll, in salpetersaure Salze, theils durch den bei dem Verwesungsprocess freiwerdenden Schwefelwasserstoff in im Wasser lösliche Schwefelalkalien umgewandelt, welche nun ihrerseits wieder umwandelnd auf die in der Erdrinde vorkommenden Lösungen der Schwermetallsalze einwirken. Trotz allem dem müssen sie unaufhörlich in jedem fruchtbaren Boden erzeugt werden, da sie die Hauptnahrungsmittel des Pflanzenkörpers und die Erzeuger der in jedem fruchtbaren Boden vorhandenen Salpeterarten sind und endlich wohl nur selten in der Asche von Pflanzen fehlen.

Die alkalischen Carbonate haben aber nicht nur für das Pflanzenleben, sondern auch für die Umwandlungen im Mineralreiche eine hohe Bedeutung. Denn abgesehen davon, dass sie die Erzeuger der eigentlichen Salpeterarten sind, werden durch sie auch

1) alle Sulfate und Phosphate der alkalischen Erden und Schwermetall-

oxyde in Carbonate umgewandelt, indem sie selbst sich mit deren Schwefel- und Phosphorsäure verbinden;

2) viele Fluor haltige Silicate in der Weise verändert, dass sich die alkalischen Basen dieser Carbonate mit dem Fluor der Silicate verbinden und dann ganz oder zum Theil ausgelaugt werden (vergl. weiter hinten die Beschreibung des Turmalins.)

Eine merkwürdige Erscheinung ist es, dass unter diesen alkalischen Carbonaten das kohlensaure Kali wohl nie als so selbstständige Mineralart getroffen wird, wie das Natron. Der Grund davon mag wohl darin liegen, dass

1) die Silicate, welche Kali enthalten, viel schwerer und langsamer zu zersetzen sind, als die Natron haltigen, und bei ihrer Verwitterung das Kali als lösliches Silicat ausscheiden;
2) die Pflanzen nach allen bisher gemachten Erfahrungen viel gieriger kohlensaures Kali in sich aufnehmen, als kohlensaures Natron, so dass, wenn man ihnen beide Salze zu gleicher Zeit als Nahrung reicht, sie das Natronsalz erst dann in sich aufsaugen, wenn sie kein Kalisalz mehr erhalten können.

Unter den alkalischen Carbonaten ist demnach hier nur besonders zu betrachten:

Die Soda.

[Kohlensaures Natron (v. Leonh.); Natron (Naum); Natron; Netter; Soude carbonatée (Hauy); Carbonate of Soda.]

In der Natur bildet es nur nadelige Beschläge, welche oft den Boden wie Schnee bedecken, manchmal aber auch in fussdicken Lagen auftreten (so in Aegypten). Künstlich dargestellte Soda zeigt theils monoklinische Pyramiden, welche den rhombischen sehr ähnlich und oft hohl sind, theils spitzrhomboïdische Tafeln, welche an den schmalen Seitenflächen zugeschärft erscheinen.

Milde; Härte = 1—1,5; spec. Gewicht = 1,4—1,5. Farblos und im frischen Zustande durchsichtig; an der Luft aber Wasser verdunstend, weiss, undurchsichtig und mehlig werdend. Mit scharf laugenhaftem Geschmacke; im Wasser leicht löslich, mit Säuren stark aufbrausend und sich rasch lösend. — Bei gelinder und allmählig gesteigerter Wärme in seinem Krystallwasser schmelzend und zu Thermonatrit, (welcher nur noch 14,5 pCt. Wasser enthält, in rectangulären, seitlich zugeschärften Tafeln krystallisirt und nicht mehr in der Wärme schmilzt), werdend. Vor dem Löthrohr mit Kieselsäure unter Brausen zu Glas schmelzend und die Flamme gelb färbend.

Chemischer Bestand: Im reinen Zustande aus 15,36 Kohlensäure, 21,79 Natron und 62,85 Wasser bestehend, welches der Formel $NaO, CO^2 + 10\,HO$ entspricht, in der Natur aber meist mit schwefelsaurem Natron, Chlornatrium, kohlensaurem und schwefelsaurem Kali und auch wohl kohlen-

saurem Kalk untermischt und dann auch nicht immer gleichviel Wasser enthaltend. Hierdurch entstehen mehrere Arten des kohlensauren Natrons, so

a. die Trona oder Urao, welche breitsäulenförmige, monoklinische Krystalle bildet, an der Luft nicht verwittert und aus 2 NaO, 3 CO^2 + 4 HO besteht;

b. der oben schon genannte, in rectangulären Tafeln krystallisirende und in gelinder Wärme nicht schmelzende Thermonatrit;

c. der Gaylussit oder Natrocalcit, welcher aus NaO, CO^2 + CaO, CO^2 + 5 HO besteht, nur theilweise im Wasser löslich ist und durch Auslaugung seines Sodagehaltes in Calcit (bei Sangerhausen) umgewandelt wird.

Vorkommen, Associationen und Bildungsweise. — Die Soda bildet theils Ausblühungen oder Krusten an der Oberfläche oder in Drusenräumen und Spalten von vulcanischen Gesteinen, so auf der Lava, z. B. des Vesuv's, Aetna's und des Pico de Teyde auf Teneriffa, auf Basalten und Klingsteinen sehr häufig (z. B. bei Bilin in Böhmen), auch Ueberzüge auf dem Boden (z. B. der Ebene von Debreczin in Ungarn); theils mehr oder minder beträchtliche Ablagerungen an den Ufern von Gewässern, so namentlich in und an den Natronsee'n in Unteregypten, an denen die Soda untermischt mit Trona, Glaubersalz und Kochsalz 4—5 Fuss mächtige Lagen bilden soll. Endlich findet man sie auch fast stets in den durch Meeresabsätze gebildeten Marschländereien.

In allen diesen Vorkommnissen tritt sie entweder associirt mit Kochsalz, Glaubersalz, Mascagnin, Salmiak oder auch mit Kalkspath auf und erscheint dann entweder als ein Umwandlungsproduct von Kochsalz, oder als ein Auslaugungsproduct von Natron haltigen Gesteinen. Auf die erstgenannte Weise soll sie namentlich durch den Einfluss von kohlensaurer Kalklösung auf Kochsalz entstehen; aus natronhaltigen Mineralien aber, so namentlich aus Oligoklas, Sanidin, Labrador, Perlstein, Analcim, Natrolith und anderen Zeolithen wird sie durch kohlensaures Wasser, welches diese Mineralien zersetzt, erzeugt, wie man an jedem zeolithreichen Dolerit, Basalt oder Phonolith leicht beobachten kann, wenn man die Verwitterungsklüfte dieser Gesteine untersucht.

Endlich aber kann sie auch in Bodenarten, welche durch Meeresabsätze gebildet worden sind, durch den Aschengehalt von abgestorbenen Salzpflanzen producirt werden.

In der Regel hält sie sich nicht lange an ihren Entstehungsorten, da sie, wie oben schon angegeben worden ist, entweder vom Wasser gelöst und fortgefluthet wird, oder mit anderen Salzlösungen die Säuren tauscht. Die Umwandlungen, welche sie in dieser Beziehung erleiden kann, sind folgende:

1) Kommt sie mit Lösungen von schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurer Magnesia oder schwefelsaurem Eisenoxydul in Berührung, so wandelt

sie selbst sich in schwefelsaures Natron (Glaubersalz) um, während aus dem Gyps kohlensaurer Kalk, aus dem Bittersalze kohlensaure Magnesia und aus dem Eisenvitriol kohlensaures Eisenoxydul, also lauter Carbonate entstehen, wie man sie in jedem Glaubersalzwasser (z. B. zu Carlsbad, Marienbad, Franzensbad) und oft auch in Natron- oder Sodawasser (z. B. zu Ems, Bilin und Teplitz) als Beimischungen findet.

2) Kommt sie mit Chlormagnium oder Chlorcalcium in Berührung, so wandelt sie sich in Chlornatrium um, während andererseits wieder Kalk und Magnesiacarbonat entsteht, da bekanntlich die kohlensauren Alkalien alle Chlorate der alkalischen Erden und Schwermetalle zersetzen. Hierdurch wird also die Soda ein Hauptbildungsmittel des Steinsalzes; hierdurch aber lässt es sich auch erklären, warum im Meereswasser und in denjenigen Salzquellen, welche Chlorcalcium oder Chormagnium enthalten, kein kohlensaures Natron vorkommt.

§. 62b. **Nitrate.**

Alle hierher gehörigen salpetersauren Salze haben ein Alkali oder eine alkalische Erde zur Basis, sind im Wasser sehr leicht und in wasserfreiem Alkohol ganz oder theilweise löslich, erregen einen bitter kühlenden Geschmack auf der Zunge und verpuffen auf glühenden Kohlen mehr oder minder heftig.

Die in der Erdrinde auftretenden Arten dieser Salze sind Producte aus der Einwirkung von kohlensauren Alkalien oder alkalischen Erden auf verwesende oder verkohlende Organismenreste, mögen diese letzteren nun stickstoffhaltig oder stickstofffrei sein.

Sind sie stickstoffhaltig, so verbindet sich bei der Verwesung ihr Stickstoffgehalt mit einigen Theilen ihres Wasserstoffgehaltes zu Ammoniak, wie der Geruch alles fauligen Harns oder sonstiger animalischer Fäulnisssubstanzen deutlich genug zeigt. Sind sie dagegen stickstofffrei, so erzeugt ihr freigewordener Kohlengehalt dadurch Ammoniak, dass er zunächst, — wie es jede frische Kohle thut —, möglichst viel Feuchtigkeit in sich aufsaugt und derselben durch starke Zusammenpressung alle Wärme entzieht, sodann aber durch diese Wärme angeregt dem eingesogenen Wasser den Sauerstoff raubt und mit demselben Kohlensäure bildet, welche nun endlich den eben aus dem zersetzten Wasser freigewordenen Wasserstoff antreibt, sich mit dem Stickstoffe der Atmosphäre zu Ammoniak zu verbinden, so dass nun schliesslich kohlensaures Ammoniak entsteht, welches ebenfalls von der Kohle angesogen und festgehalten wird.

Bemerkung. Dass diese Art von Ammoniakbildung auf die eben angegebene Weise vor sich geht, kann man am besten sehen, wenn man frisch ausgebrannte Kohlen — z. B. verkohlten Zucker — an feuchte Luft legt, von deren gänzlichem Ammoniakmangel man sich vorher durch Salzsäure überzeugt hat. Erhitzt man

nach 48 Stunden diese Kohlen und hält ein mit Salzsäure befeuchtetes Glasstäbchen darüber, so erhält man die bekannten weissen Salmiaknebel. In der Regel erhält man schon nach 24 Stunden einen deutlichen Ammoniakgeruch, wenn man die Kohlen mit etwas Aetzkalilauge erhitzt.

Sind nun in einem Boden oder sonst einer Erdrindenlage, welche Ammoniak entwickelt oder enthält, kohlensaure Alkalien (Kali oder Natron) oder kohlensaure alkalische Erden (Kalkerde, Magnesia) vorhanden, so treiben die, nach starken Säuren gierigen, Basen dieser Carbonate den Stickstoff des sich bildenden Ammoniakes an, sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre zu Salpetersäure zu verbinden, mit welcher sich nun diese starkbasischen Alkalien selbst zu salpetersauren Salzen (Salpeter) vereinigen.

Erläuterung. Man kann diese Salpeterbildung leicht beobachten, wenn man auf thierische Abfälle, z. B. auf Schafdünger, Asche (d. i. kohlensaures Kali oder kohlensauren Kalk), streut, das Gemenge dann mit Wasser befeuchtet und einige Tage stehen lässt. Es zeigt sich dann an der Oberfläche ein weisser Beschlag, welcher alle Eigenschaften des Salpeters besitzt. Wie gross überhaupt der Einfluss der alkalinischen Basen auf die Salpetersäurebildung aus stickstoffhaltigen Verwesungssubstanzen ist, sieht man an der Kalksalpeterbildung (dem sogenannten Mauerfrass), welche sich an Mauern und Wänden überall da als mehliger Beschlag zeigt, wo thierische Haare sich in dem Kalkmörtel befinden, oder wo Thiere — z. B. Hunde — ihren Harn abgesetzt haben. Sandsteine mit kalkigem Bindemittel oder auch Kalksteine taugen deshalb nichts zur Ausmauerung von Düngerstätten oder Viehställen.

Aber auch bituminöse Gesteine — z. B. Kalksteine und Mergelschiefer — können vermöge des Ammoniaks in ihrem Bitumen Salpeter entwickeln, wie man an den sich immer von neuem erzeugenden Salpeterkrusten in Höhlen und Klüften von manchen Dolomiten ersehen kann.

Die Verbesserung des Düngers mit Asche oder der kalkreichen Bodenarten mit thierischen Abfällen (z. B. durch Schafhut) gründet sich zum grössten Theile auf diese Salpetererzeugung (oder Nitrification). Man kann übrigens leicht solche Salpeterbildungsstätten daran erkennen, dass alle Zweihufer oder Wiederkäuer, welche bekanntlich grosse Verehrer des Salpeters sind, an allen Wänden, Mauern und Bodenstellen, wo sich Salpeter gebildet hat, begierig lecken.

Nach allem eben Mitgetheilten giebt es also im Allgemeinen hauptsächlich drei Salpeterbildungsquellen:

1) Bodenarten, welche reich an verwesenden Organismenabfällen und alkalinischen Carbonaten sind;
2) bitumenreiche Gesteine — z. B. bituminöse Kalksteine, Mergelschiefer und Schieferthone;

3) Anhäufungen von fauligen Organismenresten allein: denn der bei weitem grösste Theil dieser Reste enthält ja schon in seinen Massen selbst die alkalinischen Basen, welche seine Stickstoffsubstanzen zur Salpetersäurebildung anregen.

Ausserdem soll aber auch durch Electricität in der Atmosphäre schon der Stick- und Sauerstoff zu Salpetersäure verbunden werden, so dass nun überall da Salpeter entsteht, wo diese Salpetersäure haltige Luft mit Kalksteinen in Berührung kommt (? vergl. weiter unten den Kalisalpeter).

Wenn man nun aber trotzdem die verschiedenen Arten Salpeter im Allgemeinen nur selten in namhaften Mengen im Boden vorfindet, so liegt wohl der Hauptgrund zunächst in ihrer leichten Löslichkeit, sodann aber auch darin, dass sie als die Haupterzeugungsmittel aller Stickstoffsubstanzen (der Proteïnstoffe und Alkaloïde), für alle Pflanzen von der grössten Wichtigkeit sind und darum äusserst gierig von diesen aufgesogen werden.

Wo indessen Salpeterbildungen unaufhörlich vor sich gehen, da tragen sie zur Zerstörung und Umwandlung mancher Gesteinsarten merklich bei. Dies gilt hauptsächlich von den Carbonaten des Kalkes und der Magnesia, welche auf diese Weise nach und nach löslich gemacht und von Aussen nach Innen zersetzt werden.

Die am häufigsten auftretenden Nitrate sind nun folgende:

1. Kalisalpeter.

[Salpeter; Nitrum; Pottasse nitratée (Hauy); Nitre (Dana).]

Künstlich dargestellt zeigt er rhombische, sechseckige Prismen, welche denen des Aragonites analog sind und oft die schönsten — den sogenannten Eisenblüthen ähnlichen — Gruppen und Drusen bilden; der in der Natur vorkommende aber bildet nur haar- oder nadelförmige Krystalle, am meisten jedoch körnige Rinden oder flockige und mehlartige Beschläge.

Milde. — Härte = 2; spec. Gewicht = 1,9—2. Farblos, weiss, bisweilen ins Grauliche; fettig glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend, scharf und etwas bitterlich salzig kühlend schmeckend.

In 2 Theilen heissen und 3 Theilen kalten Wassers löslich; in Alkohol aber unlöslich. Vor dem Löthrohre auf Kohle zuerst (bei + 350°) schmelzend, dann aber, sowie die Kohle glühend geworden ist, lebhaft spritzend und verpuffend.

Am Platindrahte geschmolzen die Weingeistflamme violett färbend.

Chemischer Gehalt: Im reinen Zustande besteht er aus 53,4 Salpetersäure und 46,6 Kali, also aus KO, NO^5; im unreinen Zustande aber enthält er oft Kalksalpeter, Gyps, Bittersalz oder auch Kochsalz beigemischt.

Vorkommen: Er ist unter den Salpeterarten der gewöhnlichste und findet sich nicht nur in düngerreichen Bodenarten und alten Düngeranhäufungen, sondern auch auf Klüften und Höhlungen von Gesteinen, und

namentlich von Kalksteinen und Dolomiten, welche s c h e i n b a r gar keine Organismenreste enthalten und auch nicht mit solchen in irgend einer Berührung stehen, so dass man angenommen hat, dass die Salpetersäure zur Erzeugung dieses Salzes in der atmosphärischen Luft unter Hülfe des electrischen Fluidums entstanden und durch dieselbe den Gesteinen zugeführt worden sei. Hierbei bleibt es dann immer räthselhaft, warum sich einerseits nicht in der Umgebung der Vulcane vorzugsweise Salpeter bildet, da doch bekanntlich bei und nach jeder Eruption die Luft über denselben stark electrisch ist, und die Salpeterbildungen andererseits einen noch weit grösseren Bildungs- und Verbreitungsbezirk besitzen.

Es lässt sich übrigens über diese Sache nicht eher ein sicheres Urtheil fällen, als bis man ganz genau weiss, dass wirklich in der Umgebung dieser Salpeter spendenden Gesteine nie Organismenreste vorhanden waren, welche durch ihre Zersetzung g a s f ö r m i g e s kohlensaures Ammoniak lieferten, welches durch den Luftzug jenen Gesteinen zugetrieben werden könnte. Da indessen diese Salpeter-Ablagerungsorte gewöhnlich in der Nähe von Meeren und Flüssen liegen, so erscheint es nicht unwahrscheinich, dass die zur Sommerzeit aus den Gewässern aufsteigenden Dünste Fäulnisssubstanzen und namentlich Ammoniakgas enthalten, welche sich n den Kalkgesteinen niedergeschlagen und hier durch den Einfluss des Kalkes Salpetersäure bilden. Bezeichnend bleibt es immer, dass diese alpeterbildung überall am stärksten in der warmen Jahreszeit und am neisten in den warmen Ländermassen des Erdkörpers vor sich geht.

Mag nun aber dieser Salpeter so oder so entstehen; immer wird er a, wo er zum Vorscheine kommt, an der Aussenfläche der Gesteine zuerst leine runde, fast wie weisse Schurfflechten aussehende, Mehlflecken bilden, elche sowohl an ihrem Umfange immer grösser werden, wie auch unter ich immer weiter in ihre Gesteinsunterlage eingreifen und diese so mürbe achen, dass sie sich entweder von selbst ablöst oder von der Feuchtigkeit bgespült wird. Indem aber auf der so bloss gelegten Gesteinsfläche gleich ieder neuer Salpeter entsteht, welcher ebenso wieder die frische Gesteinsäche zernagt, wird im Verlaufe der Zeit die von ihm besetzte Felsasse von Aussen nach Innen zerstört und in Salpeter umgewandelt. ies thut indessen nicht er allein, sondern auch der an Kalkgesteinen st stets mit ihm vorkommende und g e w ö h n l i c h m i t i h m v e r w e c h - lt w e r d e n d e K a l k s a l p e t e r (vergl. weiter unten diese Art).

In D e u t s c h l a n d tritt der Kalisalpeter wohl hie und da in kalkigen d mergeligen Aeckern oder in kalkigen Sandsteinen namentlich im Geete der Buntsandstein- und Keuperformation, aber nirgends in solcher enge und Mächtigkeit auf, wie in den aussereuropäischen Ländern.

Bemerkenswerth ist dabei, dass er in allen diesen Landstrichen vorrrschend im Gebiete der jüngern und jüngsten Kalksteinformationen vor-

kommt. In Frankreich zeigt er sich auf diese Weise in den Kreidegebieten von Roche-Guyon, Angoulême, Rouen etc.; in Portugal am Berge Alcantara bei Lissabon, in Apulien bei Molfetta, wo er in einer Kalksteinhöhle eine mehrere Linien dicke, sich nach dem Abnehmen immer wieder von Neuem erzeugende Kruste auf weissem Kalksteine bildet; in Ungarn, wo mehrere Salpeter absetzende Quellen dem kalkigen Boden entsprudeln. Reicher aber als Europa ist Aegypten und das südliche Asien. In den von Verwesungssubstanzen strotzenden Landesmassen der Gangesebenen enthält der Boden stellenweis bis auf 150 Fuss Tiefe Salpeter, und in Tirhut, am Norduferlande der Gangesmittelstufe, zerfrisst dieses Salz alle Häusermauern bis zum Dache hinauf. Indien allein soll schon in manchen Jahren über 2 Millionen Centner Salpeter geliefert haben. — Auch Ceylon besitzt reiche Salpeterhöhlen. — Amerika endlich enthält sowohl in Brasilien (westlich von Tejuko) wie in den Kalksteingebieten des Mississippi und Missouri beträchtliche Salpeterablagerungen.

2. Natronsalpeter.

[Chilesalpeter; cubischer Salpeter; Zootinsalz (Breith); Nitratin (Haidinger); Soude nitratée (Hauy); Nitrate of Soda (Dana).]

Stumpfe, dem Kalkspath ganz isomorphe, Rhomboëder, deren Endkantenwinkel = 106° 33′ sind, und krystallinische Körner. Leicht spaltbar in der Richtung der Rhomboëderflächen; ziemlich milde; Härte = 1,5—2; spec. Gewicht = 2,1—2,3. Farblos, weiss, oft aber auch unrein, und dann gelblich, grau oder rothbraun; glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend; mit sehr starker doppelter Strahlenbrechung (wie beim Kalkspath). Bitter kühlend schmeckend. Im Wasser leicht löslich; an der Luft leicht feucht werdend und darum auf glühender Kohle nicht so lebhaft spritzend und nicht so rasch verpuffend, wie der Kalisalpeter (eben deshalb auch nicht zur Schiesspulverfabrikation brauchbar). — Am Platindraht leicht schmelzend und dann die Spiritusflamme gelb färbend.

Chemischer Gehalt: Im reinen Zustande 63,40 Salpetersäure und 36,00 Natron, also NaO, NO^5; oft aber verunreinigt durch Beimischungen von Chlornatrium, schwefelsaurem Kalk, salpetersaurem Kali oder auch erdigen Theilen.

Vorkommen: Der Hauptverbreitungsbezirk dieser Salpeterart befindet sich in den peruanischen Distrikten Atakama und Tarapaca. Sie bildet daselbst eine mit Sand untermischte, bis 8 Fuss mächtige und 25 Meilen weit ausgebreitete, Schichte, unmittelbar unter der Oberfläche zwischen Thon und verdankt ihre Entstehung jedenfalls der Regenlosigkeit Perus, in Folge deren der aus fauligen Meeresorganismenresten entstandene Salpeter sich ungestört absetzen konnte.

3. Kalksalpeter.

[Nitrocalcit (Haid); Mauersalz; Mauerschweiss; Mauerfrass; Chaux nitratée (Hauy); Nitrate of Lime (Dana)].

Flockige, aus verfilzten Krystallhaaren bestehende Ausblühungen und Rinden von weisslicher und graulicher Farbe und bitterscharfem Geschmack. An feuchter Luft zerfliessend. Im Wasser und auch in kochendem Alkohol sehr leicht löslich. Beim Glühen sich leicht zersetzend und einen Rückstand gebend, welcher im Dunkeln leuchtet. Beim Erwärmen mit concentrirter Schwefelsäure giebt er unter Entwickelung von salpetersauren Dämpfen einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Kalk.

Chemischer Bestand: 59,26 Salpetersäure, 30,87 Kalkerde und 9,87 Wasser, also $CaO, NO^5 + HO$; oft aber verunreinigt durch Kali- und Magnesiasalpeter.

Vorkommen: Der Kalksalpeter ist ein treuer Begleiter des Kalisalpeters und hat daher mit diesem ein und dieselben Bildungsorte. Oft aber ist auch das, was man für Kalisalpeter hält, nichts weiter als Kalksalpeter, wie eine Behandlung desselben mit Schwefelsäure oder kohlensaurem Kali deutlich zeigt. Er hat unter allen Salpeterarten den weitesten Verbreitungsbezirk, denn alle kalkhaltigen Orte, seien es nun kalkhaltige Felsarten oder Mauern und künstliche Kalkwände, liefern denselben, sowie sie nur mit irgend einer thierischen oder vegetabilischen Fäulnissmaterie in Berührung kommen, wie man leicht an den, auf ihnen entstehenden, mehligen und sich abblätternden Schurfflecken erkennen kann; am meisten aber erzeugt er sich in kalkhaltigen und mit Düngersubstanzen wohl versorgten Bodenarten. Kommt er jedoch in diesen mit kohlensaurem Kali oder mit Soda in Berührung, so wird er durch diese zersetzt und unter Bildung von Kali- oder Natronsalpeter wieder in kohlensauren Kalk umgewandelt.

Zusatz: An Dolomiten und dolomitischen Mergeln, so wie in den aus diesen Gesteinen gebildeten Bodenarten kommt oft untermengt mit dem Kalksalpeter der Magnesiasalpeter vor, welcher äusserst bitter schmeckt, sich in reinem Alkohol fast nicht auflöst und beim Glühen reine Magnesia giebt, die dann mit Kobaltsolution erhitzt blass rosenroth gefärbt wird.

§. 62c. Chloride.

Die Chloride der alkalinischen Metalle, welche hier zu betrachten sind, haben ihren Hauptsitz im Meere. Von diesem aus gelangen sie auf einem vierfachen Wege in oder zwischen die festen Massen der Erdrinde:

a. Bei der Verdampfung des Meerwassers setzen sie sich theils am Gestade, theils auf der Sohle der Meere, über oder zwischen anderen geschlämmten oder krystallinischen Niederschlägen ab und werden dann mit diesen durch Erdbeben oder sonstige Schwankungen der

Erdrinde über das Niveau des Meeres emporgehoben und trocken gelegt.

b. Gelangt das Meereswasser durch Erdrindespalten zum Heerde von Vulcanen, so werden sie entweder bei einer eintretenden Eruption unzersetzt sublimirt und ausserhalb des Vulcanes in der Weise zersetzt, dass ihr Chlor als Salzsäure frei wird, welches dann bei seiner Exhalation ausserhalb des Vulcanes mit den daselbst vorhandenen basischen Metallen von Neuem Chlormetalle bildet.

c. Die bei einer Eruption in vulcanischen Gesteinsmassen eingedrungenen Chloride verbinden sich chemisch oder mechanisch mit dem übrigen Bestande dieser Massen, bleiben dann so lange mit denselben verbunden, bis sie durch den Verwitterungsprocess oder auch durch Wasser allein in Freiheit gesetzt, ausgelaugt und der durch diesen Process entstandenen Erdkrume beigemischt werden.

d. Aus diesem Boden gelangen sie in die Nahrungspflanzen der kräuterfressenden Thiere und durch diese letzteren in den Thierkörper selbst, welcher sie endlich unverändert oder auch umgewandelt theils durch seine Abfälle, theils nach seinem Absterben durch seinen verwesenden Körper der Erdrinde wieder übergiebt.

Die auf die eben angegebene Weise in die Massen der Erdrinde gelangten Chloride haben demnach einen gewaltigen Verbreitungsbezirk; denn sie sind als chemische und mechanische Beimengungen nicht blos in den verschiedenartigsten vulcanischen und krystallinischen Felsarten, wie z. B. in Graniten, Gneissen, Thonschiefern, Grünsteinen, Basalten, Klingsteinen und Trachyten, sondern auch in den meisten anerkannt neptunischen und klastischen Erdrindemassen zu finden und bilden auch zum Theil selbstständige Ablagerungen oft von immenser Ausdehnung; ja manche unter ihnen, wie das Chlornatrium, finden sich sogar als Bestandtheile von Substanzen des Thier- und Pflanzenkörpers.

Mögen sich aber diese Chloride in der Erdrinde befinden, wo sie wollen, kann das Wasser zu ihren Wohnsitzen gelangen, dann werden sie auch von diesem gelöst, ausgelaugt und durch die Bäche, Flüsse und Ströme ihrer ursprünglichen Heimath, dem Oceane, wieder zugeleitet, um von hier den eben beschriebenen Kreislauf von neuem anzutreten. Der Ocean ist also immer der Sammelplatz und der gegenwärtige Hauptquellsitz der Chloride im Allgemeinen. ob er es auch vom Anfange der Dinge her war, oder ob er sie zuerst bei seinem Niederschlage auf den jungen Erdkörper den erstarrenden Massen dieses letzteren entzog, oder den Dämpfen der sich klärenden Atmosphäre entnahm, wer weiss das?

Die für die Erdrindebildungen wichtigeren dieser Salze sind nun folgende:

1. Das Steinsalz (Kochsalz, Chlornatrium, Muriate of Soda, Salt, Sal mare, Sel Gemme, Soude mouriatée).

a. Beschreibung: Es krystallisirt in tesseralen Formen, namentlich in Würfeln mit sehr deutlichen Blätterdurchgängen, bildet aber auch derbe Massen mit würfel-spāthigem, blättrigen, faserigen, körnig-krystallinischen oder dichten Gefüge und kommt endlich auch in stalaktitischen oder sinterartigen Ueberzügen und in mehligen Beschlägen vor.

Verdampft eine nicht zu concentrirte Salzlösung nur ganz allmählig, so bilden sich in ihr ganz regelrechte Würfelkrystalle, verdampft aber eine solche Lösung zu rasch, wie es unter anderem in den Siedepfannen der Salinen bei starkem Erwärmen der Fall ist, dann bilden sich hohle oder trichterförmige, vierseitige Pyramiden, welche aus lauter, in parallellen Reihen treppenförmig über einander liegenden, kleinen Würfeln bestehen. Bisweilen trifft man aber auch Würfel — z. B. bei Berchtesgaden in den rothen Thonmergeln des dortigen Salzgebirges —, welche concave oder eingesenkte Flächen besitzen, die wahrscheinlich dadurch entstanden sind, dass diese Würfel ursprünglich hohl waren, so dass nun ihre Aussenwandungen beim Erstarren nach dem hohlen Raume hin einsanken. Bemerkenswerth erscheint es, dass man von diesen Würfeln im Bitterkalkmergel der Wesergegenden, so wie in den Keupersandsteinen und Keupermergeln Schwabens Pseudomorphosen gefunden hat, welche eben solche concave Seitenflächen besitzen.

Der Zusammenhalt des Steinsalzes ist etwas spröde; seine Härte = 2; sein spec. Gewicht = 2,25 — 2,3. — Im reinen Zustande erscheint es farblos oder weiss, durchsichtig bis durchscheinend; glasglänzend mit Neigung zum wachsartigen Perlmutterglanze (so namentlich beim blättrigen Salze). Oft ist es aber auch durch Verunreinigungen bunt gefärbt, gefleckt und geadert; z. B. grau durch beigemischten Thon, braunroth durch Eisenoxyd, grün durch beigemengtes Kupfergrün, violett oder schön blau durch Bitumen (in welchem Falle es an der Sonne liegend mit der Zeit bleicht). Ja in dem rothen Salze von Cardona (Spanien) soll nach Poggendorfs Annalen (Ergänzungsb. 51. S. 525) die rothe Farbe von Monaden und Baccillarien herrühren. — Sein Verhalten gegen die Wärmestrahlen ist ganz eigenthümlich, indem es in ganz reinen und polirten Platten die senkrecht auf seine Flächen auffallenden Strahlen fast gänzlich (von 100 derselben 92) durch sich durchgehen lässt. — Vor dem Löthrohre schmilzt es zu einem weissen, durchscheinenden Tropfen, dessen Oberfläche beim Erkalten sich mit vielen kleinen Würfeln bedeckt, wobei es die Flamme hochgelb färbt. — In der Rothglühhitze verflüchtigt es sich. Auch gegen das Wasser verhält es sich ganz eigenthümlich, indem es sich in kaltem wie in warmem Wasser ganz gleich stark löst; dabei nehmen 3,7 Wasser 1 Theil

Salz, also 100 Theile Wasser etwa 27 Theile Salz auf. Ueberhaupt lösen 100 Theile Wasser bei 14° C. 39 Theile und bei 100° C. etwa 40 Theile Salz auf.

1. Eine eigenthümliche Erscheinung bietet das bei Wieliczka vorkommende körnigkrystallinische Salz (sogenanntes Knistersalz) dar. Dasselbe stösst nämlich bei seiner Auflösung in Wasser unter deutlich vernehmbarem Knistern oder Knacken Gasblasen aus. Nach Dumas (Ann. d. Chim. et de Phys. XLIII. 316) sollen diese Blasen von Wasserstoffgas herrühren, welches sich in mikroskopisch kleinen Höhlen des Salzes eingeschlossen findet und sich bei der Verdünnung der Salzwände seiner Höhlen durch die Lösung unter Explosionen frei macht. Nach H. Rose (Pogg. Ann. XLVIII. 553) dagegen sollen diese Gasexplosionen von Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas hervorgebracht werden.
2. Bemerkenswerth erscheint es noch, dass das durch künstliche Abdampfung aus Salzsoolen erhaltene Salz, namentlich das in hohlen Pyramiden krystallisirte, beim Erhitzen zerknistert, während das nanürliche Steinsalz dies nicht thut. Der Grund hiervon ist, dass das unter Hülfe von starker Wärme aus seinen Lösungen ausgeschiedene Salz mechanisch Wasser in sich aufnimmt, was das bei niederen Wärmegraden sich ausscheidende nicht thut.

An der Luft liegend saugt es die Feuchtigkeit derselben auf und zerfliesst um so leichter, je mehr es Chlormagnium oder andere Magnesiasalze beigemischt enthält.

Trotz dieser hygroscopischen Kraft erscheinen grosse Steinsalzmassen immer trocken, wie man in den Bergwerken derselben bemerken kann; ja Cordier hat berechnet (Leonh. miner. Taschenbuch 1821. S. 80), dass der 550 Fuss hohe, ganz kahl dastehende, Steinsalzfelsen von Cardona in Catalonien durch den Regen in 100 Jahren kaum um 4½ Fuss niedriger wird. Der Grund von dieser Erscheinung mag darin liegen, dass einerseits das Steinsalz angesogenes Wasser bei hohen Wärmegraden auch wieder leicht verdunsten lässt und andererseits bei grossen Salzmassen die inneren Salztheile den an der Oberfläche dieser Massen befindlichen Theilen die von ihnen angezogene Feuchtigkeit rasch abnehmen, so dass diese trotz ihrer Feuchtigkeitsanziehung immer gleich wieder trocken erscheinen. — Endlich ist auch zu berücksichtigen, dass sich das Salz aus seinen Lösungen bei grossen Kältegraden (bei wenigstens 10° Kälte) ausscheidet, sobald sein Lösungswasser zu Eis erstarrt. Daher kommt es, dass in dem Eise des Meerwassers kein Salz vorhanden ist und auf den Flächen der Polareisblöcke oft grosse Ueberzüge von Salz gefunden werden, und dass in strengen Wintern sich an den Wandungen der Salzsooleleitungen im Salzkammergute die schönsten Salzkrystalle ausscheiden. In diesen Fällen nimmt es aber

ıch Mitscherlich (Poggend. Ann. XVII. 384) 4 Atome Wasser in sich auf ıd bildet alsdann nicht mehr reguläre Würfel, sondern tetragonale Tafeln ogenannter Hydrohalit).

b) Chemischer Gehalt und Beimischungen. Im reinen Zuande besteht das Steinsalz aus Chlornatrium (Na Cl) oder aus 60,66 hlor und 39,34 Natrium. In dieser Reinheit kommt es aber nicht oft or, wie folgende Analysen beweisen werden. [Siehe S. 272.]

Wie man aus diesen Analysen ersieht, enthält das aus Steinsalzlagern gewonnene Salz sehr gewöhnlich neben vorherrschendem Chlornatrium etwas Chlormagnium und Gyps, bisweilen auch etwas Chlorcalcium, aber fast nie der doch nur selten Spuren von Chlorkalium. Ihm ganz ähnlich erscheint as Seesalz zusammengesetzt. Dagegen besitzt nach diesen und anderen Analysen das durch vulcanische Eruptionen erzeugte Salz stets eine bedeuende Quantität Chlorkalium und kein Chlormagnium.

Man ersieht also hieraus schon, dass das vulcanische Salz eine andere Zusammensetzung und wahrscheinlich auch eine andere Entstehungsweise ıat, als das Steinsalz und Seesalz, wie wir später sehen werden.

Bemerkung. Vogel (vgl. Journ. für pract. Chem. II. 290) fand auch im Steinsalz von Berchtesgaden und Hallein Spuren von Chlorkalium und in dem von Hall auch etwas Salmiak.

Anders dagegen zeigt sich die chemische Zusammensetzung des Wassers on natürlichen und künstlich erbohrten Salzquellen (Salzsoolen). In diesen nden sich nach 48 Analysen, welche Bischof in seinem Lehrbuche der hem. Geol. (Bd. II. S. 1690—1699) von Salzsoolen aus den verschiedensten ändern anführt, sehr gewöhnlich:

neben dem Chlornatrium (70—99 pCt.):
Chlormagnium (0,5—8 pCt. z. B. in Hornburg),
Chlorcalcium (0,3—35 pCt. z. B. bei Lancaster in Canada),
Kalksulfat (0,5—14 pCt. z. B. bei Artern),
Magnesiasulfat (0,2— 7 pCt. Caledonia in Canada),
Kalkcarbonat (0,2—7,5 pCt. z. B. im Sprudel b. Nauheim, meist mit Magnesiacarbonat);

usserdem aber oft noch kleine Mengen von Chlorkalium, Chlorammonium o nach A. Vogel im Salze von Friedrichshall, Rosenheim, Kissingen und ürkheim), schwefelsaurem Natron (z. B. 17—25 pCt. in dem Wasser von ttoille und von Rögal Olo Wells in England), schwefelsaurem Kali, hlensaurem Eisenoxydul und Kieselsäure; endlich in einzelnen Fällen auch ıbedeutende Mengen von Bromkalium Bromnatrium oder Brommagnium) von dem letzteren z. B. 1,69—2,7 in den Soolen von Hall; 0,3 pCt. der Soolquelle von Nauheim; 0,59—0,63 in dem Wasser vom Ragozi- ıd Pandurbrunnen in Kissingen).

Fundort.	Na Cl.	K Cl.	Ca Cl.	Mg Cl.	$\dot{Na}\,\dddot{S}$	$\dot{Ca}\,\dddot{S}$	$\dot{Mg}\,\dddot{S}$	Thon u. Eisenoxyd.	Analytiker.
Weisses S. von Wieliczka	100	—	—	Spur.	—	—	—	—	G. Bischof.
Fasriges S. v. Berchtesgaden	99,85	—	Spur.	0,15	—	—	—	—	Derselbe. ⎫ vgl. Lehrb. der chem. Geol. Bd. II. 1075 F.
Knistersalz v. Hallstadt	98,14	Spur.	—	—	—	1,86	—	—	Derselbe.
Salz v. Schwäbisch Hall	99,63	—	0,09	0,28	—	—	—	—	Derselbe. ⎭
Salz v. Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall . .	99,97	—	—	—	—	0,02	—	0,01	Fehling (Journ. f. pr. Chem. XLV. 276).
Reines S. v. Stassfurt . .	97,55	—	—	—	0,43	1,49	0,23	—	Rammelsberg.
Salz v. Erfurt	98,04	Spur.	0,41	0,06	—	1,43	—	—	Söchting. ⎫ Zeitschr. d. gesammt. Nat. VII. 404.
Salz v. Cardona	98,55	—	0,99	0,01	—	0,44	—	—	Derselbe. ⎭
Salz v. Djebel Sahari . .	98,34	—	—	0,05	—	0,60	0,03	1,20	Simon (Ann. Min. V. Ser. XII. 674.
Salz v. Vesuv 1822 . . .	83,1	13,9	—	—	1,6	0,7	—	—	Laugier (Pgg. Ann. III. 72).
Salz v. Vesuv 1850 . . .	46,16	53,84	—	—	—	—	—	—	G. Bischof a. a. A.
Salz v. Vesuv 1850 . . .	62,45	37,55	—	—	—	—	—	—	Scacchi (Ann. Min. IV. Ser. XVII. 323).
Salz v. Vesuv 1855 . . .	94,3	1,0 $\dot{K}\,\dddot{S}$	—	—	0,2	0,7	0,4	0,6 MnCl	Deville (Bull. geol. II. Ser. XIII. 620).
Seesalz v. Venedig . . .	98,95	—	—	0,19	—	0,51	0,35	—	⎫ Schrötter u. Pohl (Berichte VI. 224).
Seesalz v. Sicilien . . .	98,94	—	—	0,16	—	0,46	0,44	—	⎭
Seesalz v. Eltonsee . . .	98,79	0,04 K Cl	—	0,13	—	1,04	—	—	Göbel (G. Rose n. d. Ural, II. 264).

Woher nun diese Verschiedenartigkeit? Die Erfahrung, welche man durch Bohrarbeiten erhalten hat, lehrt, dass

1) die Salzquellen nicht immer unmittelbar aus Steinsalzlagern selbst, sondern sehr oft auch aus den über diesen liegenden Thon-, Gyps- und Mergelschichten kommen, ja weit häufiger aus den letzteren, als aus den ersteren,
2) diejenigen unter diesen Quellen, welche unmittelbar aus Steinsalzlagern kommen, in der Regel reicher an Kochsalz und ärmer an den obengenannten Beimischungen sind, als die in den Thon-, Gyps- oder Mergelschichten entspringenden;
3) unter den aus Steinsalzlagern selbst entspringenden Salzquellen wieder diejenigen, deren Quellsitz nicht tief unter der Erdoberfläche liegt, also nicht von zu mächtigen Ablagerungen der obengenannten Deckengesteine des Steinsalzes überlagert werden, reiner und ärmer an jenen Beimischungen sind, als diejenigen Salzquellen, welche aus sehr tief liegenden Steinsalzlagern kommen und auch wohl noch während ihres Zuges durch die Deckengesteine mit Salzen beladene Zuflüsse aus diesen letzteren in sich aufnehmen und
4) unter den nicht aus Steinsalzlagern selbst, sondern aus deren Deckengesteinen (Thon-, Gyps-, Mergel- und Dammerdelagen) kommenden Salzquellen diejenigen am reichsten an schwefelsauren und kohlensauren Salzen sind, deren Abzugskanäle durch schwefelkieshaltige Dolomitmergel, bituminöse Mergelschiefer und mächtige Ablagerungen von humusreicher Dammerde führen.

Aus allen diesen Erfahrungen folgt von selbst, dass das Wasser der Salzsoolen, wenn es neben seinem Chlornatriumgehalte noch mehrere und verschiedenartigere Salze als das Steinsalz selbst beigemischt enthält, diese Beimischungen aus den über den Steinsalzlagern befindlichen Schichten, die es bei seinem Zuge zur Erdoberfläche durchdringen musste, in sich aufgenommen hat. Es ist dies in der That auch leicht denkbar, wenn man festhält (wie später noch weiter gezeigt werden wird), dass zunächst (wie es z. B. bei Stassfurt der Fall ist) bei ganz vollständiger Entwickelung der Salzformation eine mehr oder minder mächtige Zone von Chlorkalium-, Chlormagnium- oder Chlorcalciumsalzen über der eigentlichen Steinsalzzone lagert; dass sodann der gewöhnlich über dem Steinsalze lagernde Salzthon ebenfalls neben dem Kochsalze mehrere der eben genannten Salze in sich enthält; dass ferner die gewöhnlich als oberste Decke auftretenden Mergelschichten sehr häufig kohlensaure Magnesia-Kalkerde enthalten, welche durch die in ihnen — oft in grosser Menge — auftretenden und vitriolescirenden Schwefelkiese in schwefelsaure Kalkerde und schwefelsaure Magnesia umgewandelt wird; dass weiter der hierbei entstehende Eisenvitriol selbst noch theils mit dem kohlensauren

Kalke des Mergels, theils mit den alkalischen Carbonaten (kohlensauren Natron und Kali), welche durch das Meteorwasser aus der, die oberste Decke bildenden, Erdkrume ausgelaugt und in die Tiefe gefluthet werden, die Säuren tauscht und so Veranlassung zur Bildung von Bicarbonat des Eisenoxyduls und schwefelsaurem Natron, schwefelsaurem Kali und Gyps giebt; dass endlich die eben erwähnte, mit organischen Verwesungsstoffen aller Art reichlich untermischte Erdbodendecke schon in ihren Düngstoffen ein wahres Magazin von Stoffen besitzt, durch welche im Wasser lösliche Carbonate, Sulfate und selbst Chloride gebildet werden, die theils durch Regenwasser in die salzsoolenhaltigen Kanäle geführt, theils von der Salzsoole erst dann aufgenommen werden, wenn diese auf ihrem Zuge zur Erdoberfläche diese Bodendecke durchsintert.

c. Beimengungen und Associationen. Nach den schon bei dem chemischen Bestande angegebenen Substanzen treten im Steinsalze namentlich als Beimengungen auf:

1) Chlormagnium und Chlorcalcium, welche dem Steinsalze die Eigenschaften verleihen, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Nach Nicol sollen diese beiden Salze in concentrirter Lösung bisweilen Blasenräume im Steinsalze (— z. B. von Cheshire —) ausfüllen. (Sie wären alsdann als Ueberbleibsel von der früheren Mutterlauge, aus welcher sich das Steinsalz ausgeschieden hat, zu betrachten.)
2) Salmiak, z. B. im Steinsalze von Halein.
3) Chlorkalium, namentlich im Steinsalze an Vulcanen, z. B. am Vesuv; aber auch im Steinsalze von Stassfurt.
4) Schwefelsaures Natron, welches bisweilen in kleinen, aus nadelförmigen Krystallen bestehenden, Drusen gefunden wird.
5) Gyps, welcher oft in äusserst zarten Krystallnädelchen das Steinsalz durchzieht.
6) Kupferchlorid und Eisenchlorid, z. B. am Vesuv.

Alle diese der Masse des Steinsalzes beigemengten Salze bilden nun auch als selbstständig ausgebildete Mineralkörper Associationen mit denselben. Zu ihnen gesellen sich ausserdem noch:

1) mehrere Chloride, welche theils im Steinsalze selbst eingewachsen erscheinen, theils selbstständige Ablagerungsmassen in seiner Umgebung bilden, so bei Stassfurt unweit Magdeburg der Carnallit ($K\,Cl + 2\,Mg\,Cl + 12\,H\dot{O}$), welcher in der Regel durch mikroskopisch kleine, sechsseitige Eisenoxydtäfelchen braunroth erscheint; der ihm verwandte, honig- oder wachsgelbe, Tachydrit ($Ca\,Cl + 2\,Mg\,Cl + 12\,HO$) und der weisse Sylvin (Leopoldit, Höbellit, Martinsit oder Schätzellit, $K\,Cl$).
2) mehrere Sulfate, so der Thenardit ($56{,}18\ SO^3 + 43{,}82\ NaO$), welches sich aus einer Salzquelle bei Madrit ausscheidet; der Glau-

berit ($NaO, SO^3 + CaO, SO^3$), welcher in Steinsalz von Berchtesgaden, zu Vic in Lotharingen und zu Villaruba in Spanien auftritt; der Astraganit ($NaO, SO^3 + MgO, SO^3 + 4\ HO$), welcher unter anderen auf dem Boden der Karrduanischen Seen an der östlichen Wolgamündung unter Steinsalz lagert; der Polyhalit ($KO, SO^3 + MgO, SO^3 + 2\ (CaO, SO^3) + 2\ HO$), welcher namentlich bei Stassfurt die zweite Etage der Steinsalzzone in 2 bis 12 Linien dicken, grauen, theils stengelig-blättrigen, theils dichten Schnüren durchsetzt und früher mit dem in der unteren Etage dieser Zone auftretenden Anhydrit verwechselt wurde; das Bittersalz ($MgO, SO^3 + 7\ HO$); der Kieserit ($MgO, SO^3 + HO$), welcher ebenfalls bei Stassfurt in bedeutenden Zwischenlagen über der Salzzone auftritt; der Anhydrit (CaO, SO^3), ein fast nie fehlender Genosse des Steinsalzes, welcher unter anderem bei Stassfurt die unterste, oder eigentliche Steinsalzzone in zahlreichen, 4 Linien starken Schnüren durchsetzt.

3) Ein Borat, nämlich das Boracithydrat oder Stassfurtit [$2\ (3MgO + 4\ BO^3 HO) + Mg\ Cl\ HO$], welcher ebenfalls bei Stassfurt in grossen Mengen theils in kopfgrossen, weissen, oft einen Kern von fleischrothem Carnallit einschliessenden, Knollen, theils in kleinen Kügelchen sowohl die Steinsalzmasse selbst wie auch die über ihr lagernden Anhydrit- und Bittersalzlagen durchsetzt.

Endlich aber finden sich im Steinsalze auch oft noch Knollen von thonigem Eisenoxyd, Thon und Fasern oder Körnern von Bitumen; ja im Steinsalze von Wieliczka kommen selbst häufig Organismenreste, so Polythalamien und Muscheln verschiedener Art, sowie kohlige Ueberbleibsel von Pflanzen — z. B. Holzstückchen (die sogenannte Salzkohle) — vor. Alle diese Einschlüsse sprechen ebenso, wie die schon früher erwähnten, bei Cardona auftretenden Monaten und Bacillarien für die Bildung des Steinsalzes auf wässrigem Wege.

Wie sich nun in den eben angegebenen Fällen das Steinsalz mit anren Salzmineralien in Associationen befindet, welche noch fortwährend in meinschaft mit ihm aus Salzsoolen oder vom Meerwasser ausgeschieden rden, so zeigt es sich aber auch andererseits im Verbande mit verschieen natronhaltigen Silicaten, so namentlich mit Natronfeldspathen und eolitharten, aus deren Zersetzung es, sei es durch blosse Auslaugung oder urch Einfluss von salzsauren Dämpfen, hervorgegangen ist. (Vgl. unten as Vorkommen und die Bildungsweise des Salzes.)

d. Verwitterung und Umwandlung. — Ist das Steinsalz frei von nderen hygroscopischen Chloriden, namentlich von Chlormagnium, so widerteht es der atmosphärischen Feuchtigkeit ausserordentlich lang, wie früher hon erwähnt worden ist, und wird nur dann, wenn Wasser längere Zeit uf ihm stagnirt, aufgelöst. Durch diese theilweise Lösung an seiner Ober-

fläche erhalten seine zu Tage ausgehenden Felsmassen jene merkwürdigen Spitzen, Zacken und Klüfte, durch welche sie schon von weitem ins Auge fallen und zerrissenen Gletschermassen täuschend ähnlich sehen. Die Atmosphärilien — Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure — dagegen üben keinen bemerkbaren Einfluss auf seine Masse aus. Und unter den Säuren ist es nur die Schwefelsäure, welche es zu zersetzen und umzuwandeln vermag. Wenn daher eine Steinsalzlösung mit vitriolescirenden Eisenkiesen in Berührung kommt, so wird das gelöste Steinsalz in schwefelsaures Natron oder Glaubersalz umgewandelt, während sich andererseits Eisenchlorid bildet.

Wahrscheinlich entsteht auf diese Weise das meiste Glaubersalz, welches man in Salzsoolen findet. Eben diese Umwandlung erleidet überhaupt das Steinsalz, wenn es mit Lösungen von Schwermetallsulfaten in Berührung kommt. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die Chloride der Schwermetalle, so das Chlorkupfer (Atacamit), welches bisweilen auf Laven in Gesellschaft von Chlornatrium gefunden wird, das Chlorblei (Cotunnit), welches am Vesuv ebenfalls in Gesellschaft von Steinsalz und Chlorkupfer 1822 von Monticelli beobachtet worden ist, das Hornsilber u. a. meistens durch den Einfluss von Chlornatrium oder auch von Chloreisen (welches sich aber erst durch Zersetzung seines Sulfats mittelst Kochsalz gebildet hatte), auf die Sulfate dieser Metalle entstanden sind. — Endlich hat aber auch Gustav Rose (Reise II. 270) beobachtet, dass das Chlornatrium durch schwefelsaure Magnesia in der Kälte in Glaubersalz und Astrakanit umgewandelt wird.

e. Vorkommen und Bildungsweise des Steinsalzes. — Das Steinsalz tritt in der Erdrinde theils als chemischer Bestandtheil von anderen Mineralien, theils als mechanischer Gemengtheil von Felsarten, theils als selbstständige Felsart auf.

1) Als chemischer Bestandtheil wurde das Chlornatrium nachgewiesen: z. B. im Sodalith, welcher nach G. Rose (Poggen. Ann. Bd. XLVII. S. 380) eine Verbindung von Elaeolith mit Chlornatrium ist; eben so im Nosean am Laacher See (von Varrentrapp), im Hauyn von Niedermendig (von dems.), im Porzellanspath von Oberzell in Baiern (v. Schafhäutl), im Ittnerit, vom Kaiserstuhl (von C. Gmelin), im Antrimolith und Erinit vom Riesendamme in Irland (von Thomson), im Eudialith von Grönland (nach Rammelsberg) u. a. m. Sicherlich findet es sich in noch vielen anderen natronhaltigen Silicaten, in denen man bis jetzt wenigstens schon das Chlor nachgewiesen hat. Bemerkenswerth erscheint es, dass die meisten der ebengenannten Chlornatrium haltigen Mineralien vulcanischen Ursprunges sind, oder wenigstens in vulcanischen Gesteinen auftreten. Wie in einzelnen Mineralien, so ist das Chlornatrium auch

in mehreren Gebirgsarten nachgewiesen worden. Struve (vgl.: Ueber die Nachbildung der natürl. Heilquellen, Hft. II. S. 17. 45. 75.) hat unter einem Drucke von drei Atmosphären sowohl durch kohlensaures, wie durch reines Wasser aus böhmischen Klingsteinen und Basalten Kochsalz und Glaubersalz ausgezogen. Ebenderselbe hat durch Einwirkung von kohlensaurem Wasser aus Feldsteinporphyr, Gneiss, Granit (von Carlsbad) und Thonschiefer Chlornatrium erhalten und in dem Wasser, welches aus dem Porphyre des Teplitzer Schlossberges hervorquillt, Kochsalz gefunden. Ferner hat E. Schweitzer (nach Poggend. Annalen Bd. II. S. 287) aus dem Porphyre von Kreuznach durch reines Wasser Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium und Chlormagnium, ausgezogen. Auch hat von Bibra (Journal für practische Chemie Bd. XXVI. S. 29) im Melaphyr von Gnettstedt am Steigerwalde 1 pCt. Chlornatrium gefunden. Endlich ist es bekannt, dass der Gneiss am Berge Gohier bei Nantes Kochsalz effloresцirt, wenn während des Sommers nach starkem Regen wieder heisse Tage eintreten.

2) Wie das Steinsalz als chemischer Bestandtheil auftritt, so findet es sich auch häufig als mechanischer Gemengtheil sowohl von krystallinischen, wie von klastischen Gesteinen. Schon in den eben erst genannten Felsarten ist es wahrscheinlich wenigstens in den Fällen, in welchen es sich schon durch reines Wasser auslaugen lässt und wohl von selbst schon efflorescirt (z. B. im Gneiss vom Berge Gohier) nur als mechanische Beimengung zu betrachten. Noch deutlicher tritt es als solche auf in allen den Fällen, wo es ausgeschieden aus den es umschliessenden Steinmassen theils in Krystallen, theils in Ueberzügen und Beschlägen, theils in stalaktitischen Massen Drusenräume, Spalte und Klüfte dieser Gesteine erfüllt. Reich an solchen Steinsalz-Beimengungen haben sich unter anderen namentlich die Laven des Vesuvs nach verschiedenen Eruptionen gezeigt. So erschien der Lavastrom dieses Vulcanes nach der Eruption von 1794 mit schönen Krystallen von Steinsalz und Salmiak bedeckt. L. von Buch fand nach dem Ausbruche des Vesuvs 1803 die Spalten in dem Krater des letzteren dick mit denselben Salzen bedeckt. — Bei dem Ausbruche des Vesuvs im Jahre 1822 waren so grosse Kochsalzmassen ausgeworfen worden, dass sich die Bewohner der umliegenden Dörfer reichlich mit diesem Salze versorgen konnten. Ebenso fanden nach dieser vesuvischen Eruption Monticelli und Covelli („Der Vesuv", deutsch bearbeitet von Nöggerath und Pauls 1824) sowohl in der Lava wie in den sie bedeckenden Schlacken nicht blos innig ihrer Masse beigemischtes Kochsalz, sondern auch ausgeschiedene Krystalle desselben. Endlich erwähnt Donati (im Jahrb. d. Mineral 1833. S. 577)

grosse Salzstalaktiten, welche zwei neu aufgebrochene Krater-Oeffnungen des Vesuvs 1827 absetzten. -- Indessen nicht blos der Vesuv, sondern auch andere Vulcane zeigen, vorzüglich kurze Zeit nach Eruptionen, mehr oder weniger bedeutende Mengen von Kochsalz sowohl der Masse ihrer Eruptionsproducte beigemischt, wie auch als selbstständige Aggregationen. So sah Berth auf den Laven des Vulcans von der Insel Bourbon 1791 Ueberzüge von krystallinischem Kochsalze, und Olafsen (Reise durch Island 1744. Bd. II. S. 136) erzählt, dass der Hekla durch einige Ausbrüche so viel Kochsalz zu Tage gefördert habe, dass man viele Pferde damit beladen konnte.

In allen bis jetzt angegebenen Fällen erscheinen sowohl die Steinmassen, in und an denen das Steinsalz auftritt, wie auch das letztere selbst als mehr oder minder unzweideutige Producte der vulcanischen Thätigkeit. Es tritt aber dieses Salz auch als Beimengung in Gesteinen auf, welche anerkannt theils krystallinische, theils klastische Bildungen des Wassers sind. So erscheint es bisweilen in Thon- und Lehmablagerungen in solcher Menge, dass es Veranlassung zu reichhaltigen Salzquellen giebt; nicht minder häufig findet man es dem Gypse theils innig beigemischt, theils nesterweise in dessen Masse ausgeschieden; ferner kommt es bisweilen in kleinen Putzen und Ueberzügen auf Gangspalten von Keupersandsteinen und gypsführenden Keupermergeln vor (so bei Merksleben unweit Langensalza): auch hat man schon oft kleine Nester und Efflorescenzen von ihm in oder auf der Erdkrume von Aeckern gefunden.

3) Endlich tritt das Steinsalz auch als selbstständige Felsart auf. Bei Cardona in Catalonien füllt es auf diese Weise nach Trail eine über 132,000 Quadratruthen haltende Mulde über dem Grauwackegebirge aus und bildet einen 550 Fuss hohen, steil ansteigenden Berg, welcher eine Stunde im Umfange hat und eine Menge spitzer Hörner und Zacken bildet (vgl. Leonh. Taschenb. d. Min. 1821 S. 80).

In der Kirgisensteppe tritt es bei Hetzkaja (Hetzkaja?) Sastschita aus den zur Zechsteinformation gehörigen rothen Mergeln und Gypsen als ein gewaltiger, blendend weisser, in seinen zackigen Felsformen einem Gletscher ähnelnder Felsstock hervor, dessen Lagermasse (so viel bekannt ist) von Süden nach Norden 982 Saschen oder fast 2 Werste lang und zwischen Osten und Westen 609 Saschen breit ist, während ihre Tiefe nach einem Bohrversuche 68 Saschen (272 Ellen) beträgt. (Vgl. „Das Ausland“. Jahrg. 36. No. 45, 1863, wo sich ein Auszug aus dem 1860 erschienenen Werke: Bilder von der asiatischen Grenze Russlands von einem Invaliden. „Riga“, befindet.) — Daselbst ist 1 Sasche = 1 Toise (7 Fuss) angegeben. — Auch in Südamerika durchbrechen mächtige Salzbänke die Trachyt-

berge bei **Huaura** zwischen Lima und Santa. Ferner treten auch in Siebenbürgen bei Szovata und Parayd wahre Salzberge auf. — Endlich erscheint auch interessant das Auftreten des Steinsalzes bei Bex im Canton Waadt. Daselbst füllt es im Gebiete des Lias nach Charpentier eine 30—40 Fuss mächtige Spalte als ein wahres S a l z c o n g l o m e r a t aus, indem es das Bindemittel einer grossen Menge von grösseren und kleineren Anhydrittrümmern bildet und dieselben zu einer festen Steinmasse verkittet.

Am gewöhnlichsten indessen bildet das Steinsalz im Innern der Erdrinde mehr oder weniger mächtige Lagerstöcke und Lager, welche entweder in Wechsellagerung mit Thon, Anhydrit und Gyps stehen oder auch von den Lagermassen dieser Felsarten nach unten und oben ganz umschlossen werden. In der Regel tritt dann noch als Decke über dem Gyps zunächst eisenschüssiger Mergel und darüber Dolomit auf; so dass für das Vorkommen von Steinsalzlagern sehr gewöhnlich ein Schichtencomplex, welcher von oben nach unten aus Dolomit, bunten Mergeln, Anhydrit, Gyps und Thon besteht, bezeichnend ist.

Bei einer vollständigen Entwickelung der ganzen Steinsalzformation erscheint aber nun noch zunächt über den Steinsalzstraten selbst eine Zone von mehr oder minder leicht löslichen Kali- und Magnesiasalzen, welche als der letzte Rest der in voller Verdampfung begriffenen Meereslauge anzusehen ist. Höchst vollständig und normal kann man alle diese zu einer Steinsalzformation gehörigen Ablagerungsmassen bei Stassfurt unweit Magdeburg erblicken; denn hier erscheinen von oben nach unten unter einem Einfallswinkel von 20 bis 30 Grad folgende Schichtmassen:

1) Aufgeschüttetetes Gebirge und Diluvialkies	27 Fuss M.	
2) Ablagerungen des Buntsandsteins (Rother Schieferthon mit Bänken von Sand-, Rogen- und Kalkstein)	576 „ „	
3) Fester Gyps und Anhydrit, nach unten mit Mergelschichten . .	192 „ „	
4) Salzthon; Gruppe von dunkelgrauem bituminösem Mergel mit Anhydrit und Steinsalz verwachsen	21 „ „	
5) Schichtenfolge von zerfliesslichen Salzen, hauptsächlich aus Magnesia- und Kalisalzen . .	180 „ „	Zu oberst: Bänke, in denen C a r n a l l i t, T a c h h y d r i t und S t a s s f u r t i t herrscht; Darunter: Bänke, in denen K i e s e r i t herrscht; nebst etwas Carnallit und Sylvin;

6) Steinsalzlager . . . . . 885 Fuss M. (?)	Zu oberst: 200 Fuss mächtige Ablagerung von unreinem Steinsalz mit Polyhalit-Schnüren; Zu unterst: eine etwa 680 Fuss mächtige Ablagerung von reinem Steinsalz mit Anhydrit-Schnüren

(Diese Uebersicht ist aus dem Werke F. Bischoffs: „Die Steinsalzwerke bei Stassfurt" Halle 1864 entlehnt).

Man kann in der That nicht leicht ein schöneres und deutlicheres Bild nicht nur von den Ablagerungsmassen in einem Meeresbecken überhaupt, sondern auch von der Reihenfolge, in welcher sich diese Massen bei dem ruhigen Abdunstungsprocesse eines Meeres über einander absetzen, erhalten als in den prachtvollen, domähnlichen, Abbauörtern Stassfurts, noch dazu, da in denselben die einzelnen Schichtmassen durch verschiedene Färbung charakterisirt sind und zwar so, dass die eigentliche Steinsalzzone, durch graue Anhydrit- und Polyhalitschnüren bezeichnet sind, während die Bittersalzzone roth und weiss gebändert erscheint.

Unter den eben angegebenen Lagerungsbeziehungen findet man nun das Steinsalz in allen sedimentären Formationen von der silurischen Grauwacke an bis zu dem Tertiärgebirge herauf, wie folgende, — aus meiner „Classification und Beschreibung der Felsarten" S. 108 entlehnten, — Uebersicht zeigen wird:

a. Im Grauwacke-Thonschiefergebirge: die Salzquellen bei Staraja-Russa im Gouvernement Nowgorod; in Samogitien und Lithauen (der devonischen Formation angehörend); die Soole bei Keswick in der untern Abtheilung des Cumberlander Schiefergebirges; im Cornwaller Schiefergebirge; in Westphalen bei Weidohl an der Lenne; im Voigtlande bei Altensalza; vor allen aber in vielen Gegenden Nordamerikas (so in den Grafschaften Oneida, Onondaga, Ontaris etc.). In Pensilvanien, Ohio und Virginien hat man nach Featherstonhauch in 700—900 Fuss Tiefe unter dem Kalkstein und Sandstein Mergelthon mit Steinsalzkörnern erbohrt; und bei Abingdon in Virginien bohrte man unter Gyps und Mergelschichten ein Steinsalzlager an, welches man bei 186 Fuss Mächtigkeit noch nicht durchsenkt hatte;

b. im Zechsteingebirge: Salzquellen und mächtige Lagerstöcke bildend; so namentlich in Thüringen (bei Salzungen, Artern, bei Langenberg unweit Gera; bei Stassfurt; bei Halle); alle gehören der obern Abtheilung des Zechsteins an und lagern zwischen Gyps, Anhydrit und Mergeln. — Hierher gehören auch die Salzquellen und Lager nördlich von Perm bei Solikamsk bei Ussolie, Totma und Balachna, sowie bei Mertvisol in der Kirgisensteppe.

c. im Buntstandsteingebirge: in der obern Abtheilung dieser Formation bei Schöningen im Herzogthum Braunschweig, bei Liebenhall unweit Salzgitter und bei Sülbeck unweit Hannover (cf. Geologische Zeitschrift II. S. 30); ferner auch bei Schönebeck; ferner im rothen Sandsteine am Hünerberge bei Hammerheim in der Neckargegend (Alberti 3. Monogr. d. Trias S. 32); in Lothringen bei Vic;

d. im Muschelkalkgebirge: so die Salzquellen von Buffleben, Stotternheim, Sulze und Kreuzburg, sämmtlich in Thüringen; im Würtenbergischen die Salinen am oberen und unteren Neckar und am Kocher etc. Dem Muschelkalkgebirge gehören auch jedenfalls die Steinsalzlager von Hallstadt, Ischl, Aussee, Berchtesgaden, Hallein und Hallstadt;

e. im Keupergebiete: namentlich in Frankreich (Dieuze, Salins, Lons le Saulnier) und England; im südwestlichen Deutschland bei Mühlhausen nur angedeutet, (vgl. Alberti: Monogr. 281);

f. im Liasgebiete: bei Bex im Canton Waadt, wo es nach Charpentier im Anhydrite eine 30—40 Fuss mächtige Spalte ausfüllt, indem es mit einer grossen Menge von Bruchstücken und Sand von Anhydrit und Kieselkalk untermischt, ein sehr festes Trümmergestein darstellt, dessen Bindemittel das Salz selbst bildet („Salztrümmergestein");

g. im Kreidegebirge: mit Sicherheit nur bei Constantine und anderwärts in Algerien (am Djebel-Melach, nördlich von Biskra);

h. in der Nummulitenformation: so vor allen das Steinsalzgebirge von Cardona (siehe oben), dann die Salzlager Siciliens, Kleinasiens und Armeniens.

i. Den Bildungen des Tertiärgebirges gehören alle die gewaltigen Steinsalzlager zu beiden Seiten der Karpathen in Ungarn, Gallizien und Siebenbürgen an. Sie bestehen wesentlich aus Salzthon, Gyps, Mergel und Steinsalz, werden von Sandsteinen und Schieferthonen umschlossen und gehören nach Reuss und Philippi der miocänen Abtheilung an, indem sie Foraminiferen, Conchylien und Corallen (Cyathina salinaria) umschliessen, welche identisch mit denen des Leithakalkes sind.

Sucht man die in vorstehender Uebersicht angeführten Lagerorte des [S]teinsalzes auf einer geognostischen Karte auf, so wird man finden, dass [di]e sämmtlichen Steinsalzlagerstätten des mittleren Europas, namentlich [D]eutschlands, drei Zonen bilden.

1) Die erste dieser Zonen umfasst die Steinsalzlager, welche sich in der paläozoischen Periode gebildet haben. Sie lagern unter dem Buntstandstein (in England unter dem New red sandstone) in dem Vorlande des Mittelgebirgsbogens. Zu ihr gehören nördlich vom Thüringerwald

Erfurt, Artern, Heinrichshall und jedenfalls auch Stassfurt; südlich von diesem Gebirge: Salzungen.

2) Die zweite Zone umfasst die Steinsalzlager, welche in der mesozoischen Periode entstanden sind, bildet zwei mächtige Züge, von denen die eine nordwärts von dem Mittelsgebirgsbogen vorherrschend in den Formationen der Trias auftritt und von den Karpathen aus nordwestwärts zieht und unter anderen den mächtigen Salzstock von Wieliczka und die gewaltigen Salzstätten zusammensetzt, welche vom Thüringer Triasgebiete aus über Erfurt und Halle, nordwärts bis Schönebeck bei Magdeburg reicht; die andere aber in den Ketten der nördlichen Kalkalpen, hauptsächlich in dem Liasgebiete zum Vorschein kommt, die gewaltigen Salzstöcke des Salzkammergutes zusammensetzt, und von da scheinbar mit Unterbrechungen westwärts überall den Kalkalpen folgend bis tief in die Schweiz hineinzieht.

3) Die dritte Zone endlich gehört der neozoischen Periode an und umfasst die Steinsalzlager unter, zwischen oder über dem Braunkohlengebiete. Zu ihr möchten vorherrschend viele Salzlagerstätten des Tieflandes, namentlich in Russland und denjenigen Beckenländern gehören, welche aus ehemaligen Binnenseen hervorgetreten sind.

Nach allen oben angegebenen, Thatsachen, erscheint demnach das Steinsalz in Gruppirung:

I. mit Mineralien, welche durch vulcanische Eruptionen entstanden sind. So findet es sich mit Erinit, Ittnerit, Scolopsit, Nosean, Hauyn, Sodalith, Obsidian und Bimstein, — lauter Silicaten, welche Natron und meist auch Kali enthalten und zum Theil als umgewandelte Oligoklase zu betrachten sind. Ebenso kommt es auch mit dem Oligoklase und dem glasigem Felsspathe selbst verbunden vor. — In diese Associationen kann es nun auf dreierlei Weisen gelangt sein:

a. dadurch, dass Meerwasser in das Innere eines vulcanischen Laboratoriums drang und hier in Dampf verwandelt sich mit den geschmolzenen Steinmassen innig mischte, wobei sein Chlornatriumgehalt von diesen letzteren aufgenommen wurde. Am meisten mochte dies geschehen, wenn das in Dampf umgewandelte Meerwasser sich einen Kanal durch die den vulcanischen Schlot verstopfenden Schmelzmassen gewaltsam bahnen musste. In diesem Falle erscheint auch das Steinsalz seinen associirten Mineralmassen so innig beigemischt, dass es nur durch lange Einwirkung von Wasser unter starkem Atmosphärendrucke freigemacht werden kann.

b. dadurch, dass Chlorwasserstoffdämpfe — die gewöhnlichsten Begleiter vulcanischer Eruptionen — im Krater oder auch auf Spalten und selbst an der Oberfläche eines Vulcanes in Berührung treten mit

frischen oder auch schon in Zersetzung begriffenen Natron haltigen Feldspathen, Zeolithen und anderen durch Salzsäure angreifbaren Silicaten. In diesem Falle befindet sich das Steinsalz entweder in mechanischer, — schon durch die Loupe oder durch den Geschmack erkennbarer — Mengung mit der noch übrigen Mineralmasse oder es erscheint in Drusensäumen, Spalten und Höhlungen dieser Mineralien. Gewöhnlich ist ihm dann auch mehr oder weniger Chlorkalium beigemischt, weil gerade diejenigen Mineralien, aus deren Zersetzung es entsteht, in der Regel auch Kali enthalten.

c. endlich dadurch, dass Chlornatrium haltige Wasserdämpfe aus dem Innern des Vulcanes empordringen, an der Luft sich verdichten und nun ihren Salzgehalt an den noch heissen Steinmassen in Krater oder in der Umgebung des Kraters absetzen. In diesem Falle bildet es Beschläge, Ueberzüge und Stalaktiten auf den vulcanischen Steinmassen oder füllt auch Klüfte und Spalten aus. Gewöhnlich erscheint dann seine Masse auch frei von Chlorkalium, da dasselbe wegen seiner leichteren Verdampfbarkeit früher aus dem Krater hervortritt und zum Absatze gelangt, als das Chlornatrium, wie man auch daran erkennen kann, dass das Chornatrium bisweilen Decken auf dem Chlorkalium bildet. Häufig sieht man in diesem Falle das Steinsalz auch in Mengung oder Association mit Salmiak, obwohl das letztere kein Sublimationsproduct der Vulcane ist, wie bei seiner später folgenden Beschreibung gezeigt werden wird, Chloreisen und anderen durch Sublimation entstandenen Chlormetallen.

II. Mit Mineralien, welche durch Niederschläge im Wasser entstanden d. Alle die schon bei den Associationen genannten Mineralien sind treue gleiter des Steinsalzes nicht blos in Mineralwassern, Salzsoolen und in erwasser, sondern auch überall da, wo Steinsalz in festen Massen auftritt, es nun, dass diese Mineralien im letzten Fall mit dem Steinsalze chsellagern oder dasselbe umschliessen, oder sei es, dass sie mit ihm nengt auftreten und als Krystallgruppen sich gegenseitig mit ihren ssen umschliessen.

Zu diesen durch reines Wasser löslichen Begleitern des Steinsalzes omt nun auch noch der Kalkstein, Thon, und Mergel, drei anerkannt ch Wasser aber nur schlämmbare Verwitterungsproducte von Silicaten, che Thonerde enhalten.

Bedenkt man nun, dass

1) Thon hauptsächlich aus Orthoklas, Oligoklas oder Labrador haltigen Gesteinen entsteht;

2) dieselben Mineralien auch Natron und ausserdem in der Regel noch Kali oder Kalkerde enthalten, — und

3) mit Glimmer oder Hornblende zwei Mineralien, welche Kalkerde und Magnesia, bisweilen aber auch Kali und Natron enthalten, associirt vorkommen;
4) sowohl in vielen Orthoklas, Oligoklas und Labrador- wie in Glimmer- und Hornblende- haltigen Felsarten, — (so im Granit, Gneiss, Thonschiefer, Felsitporphyr, Trachyt, Basalt, Glimmerschiefer und Diorit) — Chlor oder Chlorwasserstoff gefunden worden ist, und wahrscheinlich in noch vielen andern gemengten krystallinischen Gesteinen gefunden werden wird, wenn man, wie G. Bischoff (a. a. O. S. 470) treffend darthut, die Gesteine sorgfältig analysirt und nicht durch Salzsäure aufschliesst;
5) neben Thon aus den genannten Mineralien auch Kalkspath und oft auch Dolomitspath und,
6) wenn mit denselben vitriolescirende Eisenkiese in Verbindung stehen, auch schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia, — beides ein paar häufige Zersetzungsproducte granitischer und dioritischer Gesteine — entstehen;

so ist es mehr als wahrscheinlich, dass bei der Zersetzung aller derjenigen Mineralien, welche neben Natron auch Chlor enthalten, das freiwerdende Natron sich mit dem Chlor zu Chlornatrium verbindet und demnach das Steinsalz als ein Zersetzungsproduct aller Natron und Chlor haltigen Silicate anzusehen ist.

Bestätigt wird diese Ansicht einerseits durch die Efflorescenzen von Steinsalz an granitischen und Hornblende haltigen Gesteinen, und andererseits namentlich durch die Salzquellen, welche aus Porphyr- und anderen feldspathhaltigen Felsarten hervortreten und früher schon näher angegeben worden sind.

Das so gebildete Steinsalz wird sammt seinen Begleitern vom Wasser aufgenommen und dann den Flüssen und Strömen und endlich durch diese dem Bette des Oceans zugeleitet, wo es im Zeitverlaufe das Material bildet, aus welchem nach der Hebung und Trockenlegung von Meerestheilen die Steinsalzlager mit ihren sie begleitenden Gyps-, Thon- und Mergelablagerungen entstehen. Kommt es nun hier oder auch schon auf seinem Wege durch die Spalten seiner Muttergesteine mit schwefelsauren Oxyden der Schwermetalle in Berührung, dann wird es auch theilweise wieder zersetzt, indem sich einerseits aus ihm schwefelsaures Natron bildet, während andererseits unlösliche Chlorschwermetalle (Chlorsilber, Chlorquecksilber), entstehen.

Bemerkung: Warum nun in diesen durch das Wasser erzeugten Steinsalzformationen das Steinsalz nicht immer über, sondern auch trotz seiner leichten Löslichkeit unter und zwischen den Gyps- und Thonlagern oder selbst diesen inprägnirt vorkommt, kann erst bei der Beschreibung des Gypses näher angegeben werden. Hier möge einstweilen die Thatsache genügen, dass der

Gyps seiner Schwerlöslichkeit wegen immer zuerst aus dem Meerwasser sich abscheiden wird und demgemäss auch stets die Sohle der Steinsalzlager bilden muss. Findet er sich aber demungeachtet in wiederholter Wechsellagerung mit dem Steinsalze, so ist dies nur ein Zeichen, dass sich in einem und demselben Meeresraume in verschiedenen, nach einander folgenden, Zeiträumen Ablagerungen gebildet haben, deren jede — in einem und demselben Zeitraume gebildete — von unten nach oben aus Thon, Gyps und Steinsalz besteht.

III. Endlich aber findet sich auch das Steinsalz sehr häufig als ein 'estandtheil von Bodenarten, in Gesellschaft von Salmiak, Salpeter, Glauber-ilz, schwefelsaurem Kali und phosphorsaurem Kalke. Dies ist unter anderem r Fall zunächst in allen den durch die Meereswoge angeflutheten Acker-ndern, welche man Marschen nennt; (z. B. von den Küsten Hollands ı bis nordwärts nach der Jütischen Halbinsel hin); sodann in denjenigen odenarten, welche an der Stelle von ehemaligen Seeenbecken lagern, — (so Innerrussland, in der Kirkisensteppe etc.); endlich aber auch in Ländereien, elche im Binnenlande weit von allen Meeren entfernt liegen. Auf welche 'eise das Kochsalz in die ersten beiden dieser Landesbildungen gelangt, ; deutlich zu erkennen; wie es aber in Ackerkrumen entsteht, welche it vom Meere entfernt liegen und auch nachweisbar weder auf einem emaligen Salzseeboden lagern, noch mit einem unterirdischen Steinsalzlager Verbindung stehen, das bedarf einer weiteren Erörterung.

Da in der Umgebung Eisenachs einige Aecker sind, welche in ihrer dkrume so viel Salz enthalten, dass selbst einige Quellen, die denselben 'springen, unangenehm salzig schmeckendes Wasser enthalten, so habe ich se Erscheinung sorgfältig untersucht und gefunden, dass sich das Steinsalz t seinen obengenannten Begleitern immer nur da in bemerkbarer Menge findet, wo diese Aecker nicht blos jahraus jahrein tüchtig mit thierischen fällen gedüngt, sondern auch zeitweise während der Brache mit Rinder-l Schafheerden betrieben werden. Hieraus lässt sich die Bildung aller obengenannten Salze wohl erklären. Denn einerseits enthält, wie jede anische Chemie — z. B. das Lehrbuch von Schlossberger — zeigt, eine sse Menge thierischer Substanzen, so die Milch, der Speichel, das Eiweiss, Blutflüssigkeit, der Harn u. s. w., Chlornatrium und schwefel- oder sphorsauren Kalk und giebt diese Salze bei ihrer Zersetzung an den Boden und andererseits bilden sich während der Verwesung dieser Organismen-ssen im Boden aus ihrem Stickstoffgehalte Salmiak und Salpeter, wie der Beschreibung dieser beiden Salze gezeigt werden wird.

Enthält nun ein solcher Boden, wie dies unter andern bei Stregda reit Eisenach der Fall ist, recht viel vitriolescirende Markasitknollen, so l auch so viel Schwefelsäure präparirt, dass sich aus dem Kochsalze lweise Glaubersalz und schwefelsaures Kali erzeugen kann.

Jeder starke Gewitterregen laugt aus diesen Bodenarten die genannten

Salze aus und führt sie entweder den Quellen zu oder setzt sie da, wo sein Wasser stagnirt und bei nachher eintretendem warmen, sonnigen Wetter verdunstet, als eine mehr oder minder deutlich hervortretende Salzkruste auf der Bodenkrume ab. Schafe, welche, wie alle Zweihufer, das Salz sehr gerne lecken und es schon auf weite Strecken hin wittern, entdecken diese natürlichen „Salzlecken" sehr bald und sammeln sich um dieselben, so oft sie auch von ihnen vertrieben werden.

Soviel über das Vorkommen, die Bildung und die Associationen des Steinsalzes. Werfen wir nun nochmals einen Blick auf das hierüber eben mitgetheilte, so finden wir in Beziehung auf die Bildungsweise des Steinsalzes folgende Resultate:

1) das Steinsalz kann aus der Zersetzung von Natron und Chlor haltigen krystallinischen Felsarten entstehen;
2) es kann aber auch durch vulcanische Eruptionen entstehen, sei es nun, dass es durch dieselben schon fertig und in Dampfform ausgeworfen, sei es dass es durch die Einwirkung von salzsauren Dämpfen auf natronhaltige Mineralien erzeugt wird;
3) es kann durch Niederschläge im Meere producirt werden;
4) es kann endlich durch die Zersetzung thierischer Substanzen entstehen.

Anhänge zum Steinsalze. Unter den Begleitern des Steinsalzes bei Stassfurt wurden einige Chloride und Sulfate angegeben, welche noch einer besondern Erwähnung bedürfen, da sie die augenfälligsten Beweise für die Bildung der Steinsalzformation durch das Meerwasser und doch trotz der Mächtigkeit, mit welcher sie in der gewaltigen Steinsalzformation Stassfurts auftreten, noch wenig bekannt sind. Wie schon oben erwähnt worden ist, so befindet sich unter dem Anhydrite und über dem Steinsalze in dieser Formation, eine 180 Fuss mächtige Zwischenzone, welche aus abwechselnd weissen und fleischrothen, 3'''—15 Zoll mächtigen, Schichten von leicht zerfliesslichen Magnesiasalzen besteht und deshalb von Reichardt den Namen: „Zone der bunten, bitteren Salze" erhalten hat. Unter den Salzen nun, welche hauptsächlich in dieser Zone auftreten, erscheinen hauptsächlich zwei als das Hauptbildungsmaterial der letzteren; es sind dies der Carnallit und Kieserit; die übrigen dagegen wie der Tachhydrit, Sylvin, Polyhalit und Boracit, zeigen sich nur eingewachsen in den Massen der erstgenannten beiden Salze oder auch des Steinsalzes.

Ueber diese einzelnen Salze mögen hier noch folgende Bemerkungen ihren Platz finden:

1) Der Carnallit: derbe Massen mit krystallinischen oder dichtem Gefüge und unebenem, ins Splitterige ziehendem Bruche. Härte = 2–2,5; spec. Gew. = 1,618. Farblos und wasserhell oder fleisch-

bis braunroth und durchscheinend bis undurchsichtig; im frischen Bruche stark glänzend. An der Luft matt werdend und allmählig zerfliessend. Hässlich, bitterlich, laugenhaft schmeckend. Im Wasser leicht löslich und dabei, wenn es braunroth gefärbt ist, einen Rückstand von Eisenoxyd lassend, welcher unter den Mikroskop schöne sechseckige Täfelchen von Eisenglanz zeigt. Vor dem Löthrohre sehr leicht schmelzend.

Chemischer Gehalt: Nach den Analysen von Oesten und Siebert enthält:

	der reine C.	der rothe Carnallit.
Chlormagnium	36,03	30,98.
Chlorkalium	27,41	24,27.
Chlornatrium	0,23	4,82.
Chlorcalcium	—	2,82.
Schwefelsaure Kalkerde	—	1,05.
Eisenoxyd (beigem.)	—	0,14.
Wasser (Verlust)	37,53	35,92.
	100.	100.

Werden unter diesen Bestandtheilen das Chlornatrium (als Steinsalz), der schwefelsaure Kalk (als Anhydrit), das wasserhaltige Chlorkalium und Eisenoxyd als Beimengungen des Carnallits abgeschieden, so erscheint der letztere als eine Verbindung von 1 Atom Chlorkalinm, 2 Atome Chlormagnium und 12 Atome Wasser d. i. (K Cl. + 2 Mg Cl.) + 12 HO. Der Carnallit ist hierdurch ganz identisch mit dem Doppelsalze, welches Liebig aus der Mutterlauge der Soole von Salzhausen, Marcet durch behutsames Abdampfen der letzten Mutterlauge des Meerwassers erhalten und Rammelsberg künstlich dargestellt hat, (vgl. Poggend. Annal. XCIV. 508). Der Carnallit bildet für sich allein ¼ bis 15 Zoll starke Schichten in Wechsellagerung mit dem Kieserit, oft aber erscheint er auch knollen- und putzenweise in dem letzteren eingewachsen, ja bisweilen bildet er auch den Kern grösserer Boracitknollen (vgl. weiter unten dieses Borat). Mit ihm oder noch häufiger mit dem Polyhalit verwachsen erscheint.

2) Der Tachhydrit in derben, durchsichtigen bis durchscheinenden Massen und Putzen mit splitterigen, unebenen Bruche; von wachs- bis braungelber Farbe und öl- oder wachsartigen Glasglanze. An der Luft sehr leicht zerfliessend und darum schwer zu untersuchen; im Wasser höchst leicht löslich und unangenehm bitter schmeckend.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist dieses Salz der nächste Verwandte des Carnallits und nur dadurch von ihm verschieden,

dass das K Cl des letzteren durch Ca Cl. vertreten wird, so dass der Tachhydrit als ein Doppelsalz von der Formel (Ca Cl + 2 Mg Cl) + 12 HO erscheint.

3) Der **Stassfurtit** oder das **Boracithydrat**: Hirsengrosse Körner bis kopfgrosse Knollen mit strahlig faserigem oder dichtem Gefüge und unebenem ins Muschelige ziehenden, splitterigem Bruche. Härte = 3,5—4,5; specifisches Gewicht = 2,94. Weiss oder graulich, schwachglasglänzend bis matt; durchscheinend bis undurchsichtig. — In der Glasröhre erhitzt Wasser ausschwitzend und hierdurch sich vom eigentlichen Boracit unterscheidend. — Im Wasser schwer, aber in Salzsäure leicht löslich. — Vor d. Löthrohre leicht unter Aufwallen zu einer weissen krystallinischen Perle schmelzend und die äussere Flamme grün färbend.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist er ein wasserhaltiger Boracit und hat demnach die Formel, 2 (3 MgO + 4 BO^3) + MgCl, nach welcher er aus 89,39 borsaurer Magnesia und 10,61 Chlormagnesium besteht. Der Stassfurtit findet sich bei Stassfurt zunächst in den reinen Steinsalzschichten, welche unmittelbar unter dem Bittersalz haltigen Steinsalze (dem sogenannte Sal mixte) lagern, dann in diesem letzteren selbst; endlich aber auch in den Schichten der bunten Bittersalze. Im Steinsalze bildet er äusserst kleine Körnchen, aber oft in so grosser Menge, dass das Salz ganz undurchsichtig und körnig wird; in den unreinen Salzschichten aber und im Kieserit und Carnallit erscheint er in rundlichen, oft kopfgrossen Knollen, welche gewöhnlich ganz homogen sind, bisweilen aber auch in ihrem Innern einen Kern von fleischrothem Carnallit enthalten, oder auch in horizontale Fächer abgetheilt erscheinen, welche dann mit Carnallit erfüllt sind. Im letzten Falle gleichen sie alsdann einer grossen Achatmandel, welche in ihrem Innern aus abwechselnden horizontalen Lagen von weissem Jaspis und rothem Carniol besteht. Ob sie nun auch wie diese letztere durch Infiltration mit Carnallit versehen worden sind, das möchte für jetzt noch schwer zu entscheiden sein.

4) Ein treuer Begleiter des Carnallits ist auch der **Kieserit**, welcher zwar seiner chemischen Zusammensetzung nach nicht zu den Chloriden, sondern zu den Sulfaten gehört, aber eben wegen seines Vorkommens hier an dieser Stelle erwähnt zu werden verdient.

Der **Kieserit** bildet zwischen dem Carnallite 1—6 Zoll mächtige, zusammenhängende Schichtlagen, deren Masse aus mikroskopisch feinen Krystallnadeln besteht, weiss bis graulichweiss oder auch braunroth, glitzernd und undurchsichtig ist und sich vom Fingernagel ritzen lässt. Es ist im Wasser schwer löslich, da ein Theil desselben 370 Theile 20° C. warmen Wassers zu seiner Lösung braucht.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach erscheint er als eine Art Bittersalz, welcher die Formel $MgO, SO^3 + (MgO, SO^3 + 2\ HO)$ oder (nach Reichardt) $MgO, SO^3 + 3\ HO$ entspricht.

5) Wie mit dem Kieserit, so ist es auch mit dem Polyhalit: Auch er gehört nicht hierher, sondern zu den Sulfaten und wird hier nur deshalb betrachtet, weil er stets mit dem Steinsalze verbunden erscheint.

Der Polyhalit, welcher in breiten, lang gestreckten, rhombischen Prismen krystallisirt, gewöhnlich aber parallelfaserige Aggregate bildet, durchsetzt das Steinsalz bei Stassfurt unter einem Winkel von 20—25 Graden in papierdünnen ($\frac{1}{2}$ = 3 Linien starken) aus kleinen Krystallsäulen zusammengesetzten Lagen und theilt hierdurch die Masse des tetzteren in 6—8 Zoll dicke Schichten ab. Seine Härte = 3—3,5; das spec. Gewicht = 2,7—2,8. Farblos oder röthlich, fettig glasglänzend und durchsichtig bis undurchsichtig; bei Stassfurt glitzernd und durch bituminöse Substanzen aschgrau gefärbt. — Vor d. Löthrohr auf Kohle zu einer unklaren röthlichen Perle schmelzend, die in der Flamme erstarrt und weiss wird. — Im Glaskölbchen erhitzt Wasser ausgebend. — Im Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unter Abscheidung von Gyps sich lösend. Nach der Entwässerung durch Hitze mit Wasser übergossen zuerst hart werdend, dann aber stark aufschwellend und sich vollständig zersetzend.

Sein chemischer Bestand beträgt im Allgemeinen 45,17 schwefelsauren Kalk; 19,92 schwefelsaure Magnesia; 28,93 schwefelsaures Kali und 5,98 Wasser. Hieraus ergiebt sich für ihn die Formel: $2\ CaO, SO^3 + MgO, SO^3 + KO, SO^3 + 2\ HO$. Der Polyhalit bildet im rothen Steinsalze von Ischl, Aussee, Berchtesgaden und Hallein derbe Massen, welche von gelblichgrauen Strahlen durchzogen und faserigem Gypse ähnlich sind. Bei Stassfurt aber bildet er graue, krystallinische Schalen zwischen dem Steinsalze und erscheint mit dem letzteren in der Regel so innig verwachsen, dass man ihn nur durch rasche Auflösung des Steinsalzes in Wasser rein erhalten kann. Bemerkenswerth erscheint bei dieser Verwachsung einerseits, dass sich an den unteren Flächen der Polyhalitschalen vollständige Eindrücke von Steinsalzwürfeln befinden, und andererseits, dass in der nächsten Umgebung dieser Schalen sich gewöhnlich das reinste und krystallinisch ausgebildeteste Steinsalz vorfindet. Diese beiden Thatsachen weisen doch offenbar darauf hin, dass der Polyhalit sich erst nach der Auskrystallisirung des Steinsalzes gewissermassen aus den — durch den Krystallisationsprocess ausgequetschten — Verunreinigungen des Steinsalzes gebildet hat.

2) Der Salmiak. (Chlorammonium; octaëdrisches Ammoniaksalz ›hs); Salammoniak (Dana); Muriate of Ammonia; Ammoniaque muriate).

a. Tesserale, oft stark verzerrte Krystallformen, namentlich ausgezeichnet schöne Hexaëderzwillinge, welche aus lauter Blättchen bestehen, die den Hexaëderflächen parallel liegen; Octaëder und Rhombendodekaëder (z. B. auf vesuvischen Laven vom Jahr 1839); Stalaktiten; Platten; faserige, dichte und mehlige Massen; Beschläge. Mit muscheligem Bruche. Sehr milde. Härte = 1,5—2; specifisches Gewicht = 1,5—1,6. — Im reinen Zustande farblos, durchsichtig, glasglänzend; oft aber durch erdige, kohlige, bituminöse Theile oder Eisenoxyd grau, schwarz, gelb, grün oder braun gefärbt und dann nur durchscheinend. — Schon in 2½ Theilen kalten und in gleichen Theilen kochenden Wassers löslich, auf der Zunge einen unangenehm urinös-scharfen und stechenden Geschmack erregend. Mit Aetzkali oder Aetzkalk zusammengerieben oder erhitzt einen starken Ammoniakgeruch verbreitend und dabei an einem mit Salzsäure befeuchteten Stäbchen weisse Nebel erzeugend. — Vor dem Löthrohre erhitzt sich ganz verflüchtigend, ohne zu schmelzen.

b. Chemischer Bestand: Der Salmiak besteht im reinen Zustande

aus 1 Atom Chlor = 66,33.
und 1 At. Ammonium = 33,67.

und entspricht hiernach der Formel $NH^4, Cl = Am\,Cl$. Indessen erscheint er häufig vermischt mit Chlornatrium oder auch mit schwefelsaurem Ammoniak, schwefelsaurer Magnesia, auch wohl mit Gyps.

Auf diese Weise fand Schmidt (Zeitschr. d. deut. geol. Gesellsch. IX. S. 403) in einem Salmiak von Stromboli: 85,43 Chlorammonium; 2,81 schwefelsaures Ammoniak; 1,445 schwefelsaure Magnesia; 1,00 schwefelsauren Kalk; 1,30 schwefelsaure Thonerde; 1,46 Eisenchlorid; 1,21 Schwefel; 4,29 Wasser und 0,83 Unlösliches. Sehr oft ist er auch mit soviel Bitumen (Humus) verunreinigt, dass er ganz braun gefärbt erscheint.

An Vulcanen zeigt er sich am gewöhnlichsten untermischt mit Chlornatrium oder mit Eisenchlorid. Im letzten Falle ist er dann schwefel- bis pomeranzengelb gefärbt.

c. Verwitterung und Umwandlung. Wegen seiner ausserordentlich leichten Lösbarkeit in Wasser hält er sich nicht lange an der Luft. Er löst sich schon in der Feuchtigkeit des Bodens und verschwindet dann häufig ganz in dem letzteren, indem er durch die in demselben vorhandenen Salze der Alkalien und alkalischen Erden zersetzt wird. Kommt er nämlich im gelösten Zustande mit kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden in Berührung, so tauscht er mit diesen die Säuren, so dass einerseits kohlensaures Ammoniak und andererseits Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium etc. entstehen.

Hiernach ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Salmiak auch zur Bildung von Kochsalzquellen, wenigstens in so weit mit beitragen kann,

ls durch ihn das durch Zersetzung von Silicaten freiwerdende kohlensaure Natron in Chlornatrium umgewandelt wird.

Aber das auf die eben angegebene Weise entstandene kohlensaure Ammoniak hält sich auch nicht im Boden; denn es wird theils von den flanzen als Nahrmittel aufgesogen, theils von vitriolescirenden Eisenkiesen ı schwefelsaures Ammoniak umgewandelt, theils — wenigstens nach ehrfachen Beobachtungen — durch kohlensaures Kali oder Natron in der Weise zesetzt, dass sich aus seinem Ammoniak durch Anziehung von uerstoff Salpetersäure bildet, welche sich nun mit dem vorhandenen Kali ler Natron zu Salpeter verbindet.

emerkung: Diese Art Salpeterbildung soll nach mündlicher Mittheilung mehrerer sachverständigen Oekonomen in jedem mit Asche und harnhaltigem Dünger versorgtem Boden vorkommen. Es ist nicht unmöglich, da ich selbst diese Umwandlung und Salpeterbildung in Cloaken, deren Unrath mit Asche und Aetzkalk gemengt wurde, oft beobachtet habe.

Ausserdem soll der Salmiak auch noch mit gelöstem schwefelsaurem lke die Säuren tauschen, so dass schwefelsaures Ammoniak und Chlorcium entsteht (?).

d. Vorkommen, Associationen und Bildungsweise. Der miak kommt am häufigsten in der nächsten Umgebung noch thätiger lcane vor; sodann aber tritt er auch an der Aussenfläche und auf Klüften nnender Stein- und Braunkohlenflötze auf, und endlich bemerkt man ihn h auf fauligen oder verwesenden Ueberresten von Organismen, namentlich ı Thieren, oder in einem reichlich mit diesen Resten versehenen Boden. — ber diese Arten des Vorkommens ist im Besondern folgendes zu bemerken:

1) Was zunächst das Vorkommen des Salmiaks an Vulcanen betrifft, so giebt es wohl kaum einen Vulcan, welcher nicht zu Zeiten, sei es vor, während oder nach einer Eruption Salmiakdämpfe zu Tage fördert, welche sich bei ihrer Verdichtung in grösseren oder kleineren Mengen theils im Krater, theils in den Spalten, Klüften und Höhlen der Lavamassen absetzen. Auf diese Weise warf der Vesuv bei einer Eruption im J. 1794 soviel von diesem Salze aus, dass es von den Bewohnern der Umgebung centnerweise gesammelt und verkauft werden konnte. — Ebenso hat der Aetna nach Ferrara (Campi flegr. S. 286) bei seinen Eruptionen in den Jahren 1663 und 1780 eine ausserordentliche Menge ausgeworfen. Nach Breislak ist Salmiak ein nie fehlender Bestandtheil in den Dämpfen der Solfatara von Pozzuoli und ein häufiger Absatz auf den Laven von Lancerote und Vulcano. Ferner hat nach Bunsen (Compt. rend. T. XXIII. No. 17. 1846) der Hekla nach dem Ausbruche im Jahre 1845 gewaltige Mengen dieses Salzes zu Tage gefördert. Am grossartigsten aber ist nach A. von Humboldt seine Production an den beiden, in Centralasien gelegenen,

Vulcanen Ho-t-scheou (Vulcan von Turfan) und Pe-Schan (Vulcan von Kusché); denn die von diesen beiden Vulcanen ausgedampfte Salmiakmenge ist so gross, dass die Einwohner der Provinz Kusché mit diesem Salze ihren jährlichen Tribut an den Kaiser von China entrichten.

Der auf diese Weise erzeugte Salmiak erscheint häufig in Association mit Mascagnin, schwefelsaurem Ammoniak, Steinsalz, Sylvin (Chlorkalium), Eisenchlorid und Schwefel und enthält oft auch, wie oben schon angegeben worden ist, Theile dieser Mineralien als Beimischungen in seiner Masse.

Da nun diese Salmiakbeimischungen theils schon fix und fertig von den Vulcanen ausgestossen, theils durch den Einfluss von salzsauren Dämpfen auf die Bestandtheile der im Krater vorhandenen Mineralien erzeugt werden, so ist anzunehmen, dass der Salmiak auf dieselben Weisen entstehen kann. Hiernach also erscheint derselbe zunächst als ein Sublimationsproduct der Vulcane und wird dann jedenfalls durch die mit dem Meerwasser zum vulcanischen Heerde gelangten thierischen Stickstoffsubstanzen erzeugt, indem dieselben bei ihrer Zersetzung zu gleicher Zeit Ammoniak und Salzsäure liefern. Durch Ammoniak oder atmosphärische Luft aber, welche nach der Annahme Einiger von Aussen her in den vulkanischen Heerd dringen soll, ist dies nicht gut möglich, da einerseits das Ammoniak bei starker Erhitzung sich zersetzt und andererseits der Stickstoff in starker Hitze sich nicht mit dem Wasserstoff verbinden kann, zumal wenn Stoffe vorhanden sind, welche, wie der Schwefel und das Chlor in hohen Temperaturen eine sehr grosse Verbindungsneigung zum Wasserstoff besitzen. — Es kann indessen der Salmiak auch ausserhalb des vulcanischen Heerdes im Krater der Vulcane entstehen, sobald sich in demselben Substanzen befinden, welche Ammoniak erzeugen, was sich nun mit den aus den vulcanischen Innern emporsteigenden salzsauren Dämpfen zu Salmiak verbindet. Eine solche Substanz ist das Eisenoxyduloxyd, welches nur selten unter den Auswürflingen eines Vulcanes fehlt. Denn sowie dieses als glühendes Eisenoxydul aus dem Innern der Vulcane hervortritt, saugt es augenblicklich soviel Sauerstoff an sich, dass es an seiner Oberfläche zu Eisenoxyd wird. Dieses aber saugt im noch heissen Zustande nun Wasserdampf und atmosphärische Luft so lange an, bis sich auch seine letzte Spur von Oxydul in Eisenoxyd umgewandelt hat. Um sich indessen höher oxydiren zu können, entnimmt das Oxydul dem eingesogenen Wasserdunste allen Sauerstoff und der hierdurch freiwerdende Wasserstoff verbindet sich nun im Augenblicke seines Freiwerdens mit dem ebenfalls eingesogenen Stickstoffe zu

Ammoniak. – Es ist jedoch nicht zu leugnen, dass das nichtkrystallinische Eisenoxyd eben so gut, wie der Thon und die frisch ausgeglühte Kohle auch fertiges Ammoniak in sich aufsaugen kann, wie man an jedem verrosteten Eisenstücke beobachten kann, welches man in thierischen Dünger steckt. Allein in diesem Falle ist es stets Eisenoxydhydrat. Ob nun auch das reine Eisenoxyd oder das vulcanische Eisenoxyduloxyd diese Kraft besitzt, ist mir unbekannt. Ausserdem ist es doch sehr zweifelhaft, ob sich in der Atmosphäre über Vulcanen je so viel Ammoniak befindet, als zur Erzeugung so grosser Salmiakmassen wie sie bei Vulcanen schon bei einer einzigen Eruption erzeugt werden, gehört. -- Endlich darf auch nicht unbeachtet gelassen werden, dass sorgfältige Beobachter (wie Pilla nach Roth: „der Vesuv" 1857. S. 226 und 319) erklären, dass sich der Salmiak nur da aus Lavaströmen entwickelt, wo diese letzteren über Culturland fliessen, dass demnach der aus den Laven ausblühende Salmiak durch Einfluss der salzsauren Dämpfe in den Laven auf das im Culturland aus dem Dünger gebildete Ammoniak entsteht.

) Wie oben angedeutet worden ist, so zeigt sich der Salmiak auch an der Aussenfläche und auf Klüften von brennenden Stein- und Braunkohlenflötzen, so z. B. an dem brennenden Berge bei Duttweiler unweit Saarbrücken, bei St. Etienne unweit Lyon, am Glan in der baierschen Pfalz, bei Ober-Erlenbach unweit Frankfurt a. M., zu New-Castle in England und an andern Orten. — Gewöhnlich tritt er unter diesen Verhältnissen als mehlartiger oder faseriger Beschlag meist allein, bisweilen aber auch in Gesellschaft von Ammoniakalaun, Mascagnin, schwefelsaurem Ammoniak, pulverigem Schwefel und selbst von Kochsalz auf. — Seine Bildung ist in diesem Falle wohl von dem Bitumen der Kohlen herzuleiten, welches nach meinen vielfältigen Beobachtungen in den allermeisten Fällen Schwefel und Ammoniak enthält und diese beiden Stoffe bei seiner Verbrennung frei giebt. Dadurch liesse sich auch die obengenannte Association erklären.

In meinem Werke über Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen habe ich gezeigt, dass das Bitumen eine Mischung von wachsigen und harzigen Substanzen mit brenzsaurem Ammoniak ist (vergl. S. 132 ff.), dass ächter Torf bei der trockenen Destillation stets Ammoniak haltiges Wasser und auch Schwefel giebt (S. 131); dass endlich Torf sehr oft auch Chlor enthält (vergl. die Analysen S. 136). Bedenkt man nun, dass die Stein- und Braunkohlenlager auf ähnliche Weise wie der Torf entstanden und demnach wohl nichts weiter sind als urweltliche Torflager; dass sich viele derselben unter

dem Einflusse des Chlor spendenden Meerwassers erzeugt haben: das endlich die Steinkohlen bei der trockenen Destillation nächst Kohlen wasserstoff auch Ammoniak, schwefelsaures Ammoniak und häufig auch Schwefel geben, wie man in jeder Gasbereitungsanstalt sehen kann, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass der durch Steinkohlenbrände erzeugte Salmiak ebenfalls ein Product der trockenen Destillation des Bitumens dieser Kohlen ist.

3) *Endlich wird auch der Salmiak häufig theils in Bodenarten, welche stark mit thierischem Dünger versehen sind, theils in Anhäufungen von thierischen Excrementen oder sonstigen Abfällen gefunden.*

Bekannt ist, dass er seinen Namen von *Sal ammoniacum* hat weil man ihn zuerst in dem Kameelmiste bei dem Tempel des Jupite Ammon entdeckte; ebenso bekannt ist es auch, dass er im Guano e oder knollenförmige, glasartig durchsichtige, Aggregate oft in s grosser Menge bildet, dass man damit Handel treibt (vergl. mein Felsartenkunde S. 416); endlich trifft man ihn aber auch bald krystal linisch-faserig, bald mehlartig in alten Cloaken und Düngergruben Auf diese Weise hat man ihn in *Association mit Struvi* (phosphorsaure Ammoniak-Talkerde) in Hamburg in altem verweste Viehdünger, in dem Abzugskanale einer Caserne zu Dresden, abe auch im afrikanischen Guano angetroffen.

In allen diesen Fällen ist seine Bildungsweise leicht erklärlich denn bekanntlich entwickeln alle Thiersubstanzen, namentlich de Urin und Abwurf, bei ihrer Fäulniss Ammoniak; da nun auch die selben Substanzen, vorzüglich von den Hufthieren und Seevögeln Salzsäure produciren, so sind die Materialien zur Bildung des Salmiaks reichlich gegeben. Kommt aber phosphorsaures Ammoniak, wie e sich auch aus dem Urin entwickelt, mit phosphorsaurer Magnesia ebenfalls einem häufigen Producte des Urins, in Berührung, so bilde sich der obengenannte Struvit.

§. 62 d. **Sulfate.**

Die hierher gehörigen schwefelsauren Salze sind Verbindungen de Schwefelsäure mit Alkalien, Magnesia, Thonerde, Eisenoxydul oder mi Kupferoxyd und entstehen noch fortwährend namentlich

1) aus der Oxydation von Schwefelmetallen;
2) aus dem Einflusse der, theils bei der Oxydation von Schwefelmetallen, theils durch vulcanische Exhalationen freiwerdenden Schwefelsäure auf Carbonate, Nitrate, Phosphate, Chloride und auch viele Silicate, vorzüglich der Alkalien und alkalischen Erden;

3) aus dem Einflusse von schon vorhandenen Sulfaten auf andere Salze, welche mit diesen Sulfaten die Säuren tauschen.

Alle haben einen widerlich salzigen Geschmack und geben in ihren Lösungen mit Barytwasser einen weissen, in Salzsäure unlöslichen, Niederschlag, im trockenen Zustande aber mit Kohle in der Reductionsflamme geglüht Schwefelmetalle.

Diejenigen unter diesen Sulfaten, welche eine schwermetallische Basis haben, wie der Eisen-, Kupfer- und Zinkvitriol, sind leicht zersetzbar, sobald ihre Lösungen mit alkalinischen Salzen in Berührung kommen, deren Basen noch nicht den ihnen am meisten verwandten Umwandlungsstoff besitzen, und erhalten hierdurch ihre hohe Bedeutung für den Stoffwechsel im Mineralreiche. Zu ihnen gehören namentlich:

1) Glaubersalz (Mirabilit, Wundersalz, Soude sulfatée (Hauy), Exanthalose (Beudant), Sulfate of Soda (Phill.).

Monoklinische Prismen, Nadeln und Fasern; stalaktitische und traubige Ueberzüge; faserige Aggregate und Ausblühungen; mehlige Beschläge. Im Bruche muschelig; mild; Härte = 1,5—2; spec. Gewicht = 1,5—2. Farblos oder weiss; auch gelblich oder graulich; glasglänzend und im frischen Zustande durchsichtig. — Von unangenehmen, bitterkühlem Salzgeschmack. — Im Wasser leicht löslich, am meisten jedoch in 33° C. warmen. An trockener Luft sein Krystallwasser verlierend und sich in Folge davon mit einem weissen Mehlbeschlage bedeckend. Dasselbe geschieht bei seiner Erhitzung in Kolben. Vor dem Löthrohr auf Kohle in der Reductionsflamme erhitzt sich in Schwefelnatrium umwandelnd. welches mit Salzsäure befeuchtet Schwefelwasserstoff entwickelt.

b. Chemischer Bestand: Im reinen Zustande besteht das Glaubersalz aus 84,85 Schwefelsäure, 19,38 Natron und 55,77 Wasser, entspricht also der Formel $NaO,SO^3 + HO$.

Nach Rammelsberg (Mineralchemie S. 265) aber enthielt eine von Beudant untersuchte Probe vesuvischen Salzes 44,8 SO^3, 35 NaO und 20,2 HO, welches der Formel $NaO,SO^3 + 2\ HO$ gleichkommt. Bisweilen enthält es auch schwefelsauren Kalk oder schwefelsaure Magnesia beigemischt und zeigt dann im ersten Falle Uebergänge in Glauberit ($NaO,SO^3 + CaO,SO^3$) und Thenardit (NaO,SO^3) oder im zweiten Falle im Blödit oder Astrakanit [($NaO,SO^3 + MgO,SO^3) + 4\ HO$].

c. Vorkommen, Associationen und Bildung. Das Glaubersalz bildet, wie früher bei der Beschreibung der Mineralwasser (§. 60[3]) schon mitgetheilt worden ist, einen Bestandtheil mancher Gesundbrunnen und Salzsoolen, sowie mancher Seenwasser und scheidet sich dann bei der Verdunstung seines Lösungswassers als krystallinischer oder mehliger Beschlag am Ufer oder Rande der Gewässer ab. Sehr häufig kommt es aber auch auf Laven oder auch als Ausblühung an der Oberfläche und auf Klüften

des Gypses, Mergels und Dolomites vorherrschend in der Umgebung vo
Steinsalzlagern vor. In dieser Weise zeigt er sich öfters in beträchtliche
Mengen in den Steinsalzformationen von Hallstadt, Aussee, Ischl und Hallei
im Salzkammergut, von Hall in Tyrol, von Sulz in Württemberg etc. un
erscheint dann in Association mit Gyps und Steinsalz, hie und da auc
mit Thenardit (NaO,SO^3), Glauberit (z. B. bei Aussee), Polyhali
(z. B. bei Ischl, Aussee nnd Berchtesgaden). In grosser Menge zeigt e
sich in einer Höhle von New-Albani (Indiana). Bisweilen findet man e
auch als mehligen Beschlag im Gemische mit Bittersalz auf Absonderungs
spalten von Eisenkies haltigen Dioritgesteinen, z. B. im Druserthale a
Thüringer Walde. Endlich bildet es auch in den von Steinsalz durchzoge
nen Steppen Sibiriens, z. B. in der Umgebung des Caspi- und Elton-See'
Ausblühungen auf dem Boden.

In den meisten Fällen ist wohl dieses Salz durch den Einfluss vitri
lescirender Eisenkiese entweder auf Steinsalz oder auf Soda, welche au
verwitternden Natronfeldspathen oder Zeolithen frei wurde, entstande
Wenigstens deutet auf diese Art der Entstehung sein Vorkommen in Spa
ten Oligoklas und Schwefelkies haltiger Gesteine und eisenschüssiger Merg
hin. — An Vulcanen jedoch scheinen die Schwefelwasserstoff-Exhalatione
wenigstens die mittelbaren Erzeuger desselben gewesen zu sein, insofern si
aus dem kohlensauren Natron verwitterter Oligoklas-, Sanidin- oder Zeolit
haltiger, Laven Schwefelnatrium erzeugten, welches dann durch Oxydatio
sich in schwefelsaures Natron umwandelte. Endlich aber entsteht es auc
nach G. Rose (Reise nach dem Ural II. 270) z. B. auf dem Grunde de
schon genannten Kartuanischen See'n an der untern Wolga aus der zer
setzenden Einwirkung von schwefelsaurer Magnesia auf Chlornatrium unte
dem Einflusse von Kälte. Diese beiden Salze zersetzen sich nämlich be
3° Kälte in der Weise, dass sich einerseits Glaubersalz und Astrakani
(schwefelsaure Natron-Magnesia) und andererseits Chlormagnium bildet, wel
ches im Wasser gelöst bleibt, während sich im Frühjahre durch allmählig
Verdunstung das Glaubersalz und der Astrakanit ausscheiden.

2) Bittersalz [Haarsalz, Epsomit (Haid.), Epsom Salt (Dana), Magnési
sulfatée (Hauy), Sulphate of Magnesia (Phill).]

a. Rhombische Krystallformen, namentlich Sphenoide und Prismen; am
gewöhnlichsten aber in körnigen, faserigen, blättrigen, oder erdigen Aggre-
gaten oder auch als büschelig- oder filzig-haarförmige bis erdige Ausblühun-
gen von Gesteinen und Bodenarten. — Etwas spröde. — Härte = 2 2,5;
spec. Gewicht = 1,7—1,8. Farblos, weiss, oft ins Graue, Grünliche, Gelb-
liche oder Röthliche; durchsichtig bis matt durchscheinend. — Von wider-
lich bitterem Salzgeschmacke. — In gleichen Theilen Wassers löslich. —
An der Luft verwitternd. — Vor dem Löthrohr auf Kohle zuerst zu einer
chwammigen Masse, dann zu einer schön leuchtenden, mit Kobaltsolution

blass-rosenroth werdenden, Kugel schmelzend, endlich aber in der Rothglühhitze unter Entwickelung saurer Dämpfe sich zersetzend und einen alkalisch reagirenden Rückstand lassend.

b. Chemischer Bestand: Das reine Bittersalz besteht aus 32,52 Schwefelsäure, 16,26 Magnesia und 51,22 Wasser, ist daher eine Verbindung von 1 At. schwefelsaurer Magnesia mit 7 At. Wasser und entspricht der Formel $MgO,SO^3 + 7\ HO$. Seine Masse erscheint aber oft verunreinigt durch schwefelsaures Kobalt-, Eisen- oder Manganoxydul, durch Chlornatrium (so z. B. im sogenannten Martinsit von Stassfurt) oder durch schwefelsaures Natron; ja mit diesem letzteren bildet es in bestimmter Mischung den aus $(NaO,SO^3 + MgO,SO^3) + 4\ HO$ bestehenden Blödit (bei Ischl im Salzkammergut), Astrakanit (aus den Karduanischen See'n bei Astrachan) und Löweit. Ausserdem findet man es als Bestandtheil des Polyhalit, welcher aus $(KO,SO^3 + MgO,SO^3 + 2\ CaO,SO^3) + 2\ HO$ besteht und im Steinsalz von Ischl, Aussee, Gmunden, Hallstadt und Hallein vorkommt.

c. Vorkommen, Associationen und Bildungsweise. Das Bittersalz hat einen weiten Verbreitungsbezirk. Nach vulcanischen Eruptionen erscheint es häufig als Beschlag auf Laven (so am Vesuv 1850 in reichlicher Menge; ebenso in der Solfatara bei Neapel). Bittersalzwasser setzen es bei ihrer Verdunstung am Rande ihrer Quellen oft in reichlicher Menge ab (so bei Epshom oder Epsom in England, bei Saidschütz und Sedlitz in Böhmen). Gletscherwasser enthalten es an manchen Stellen in den Alpen in solchen Quantitäten, dass es nicht nur einen mehligen Beschlag am Ufer derselben bildet, sondern auch unter dem Namen „Gletschersalz" hie und da in der Schweiz gewonnen wird. In den russischen Steppen überzieht es nach Regengüssen den Boden auf weite Strecken hin als Schnee ähnliche Ausblühung. In den Steinsalzlagerstätten von Berchtesgaden und Hall in Tyrol und auch a. a. O. bildet es kleinere und grössere Nester und Drusen. Dasselbe ist auch sehr häufig der Fall in Spalten von Gypsstöcken (z. B. zu Calatayud in Aragonien in ausgezeichnet schönen schneeweissen Nadeln), ferner in den von Gypsadern durchzogenen eisenschüssigen oder dolomitischen Mergeln der Buntsandstein- und Keuperformation vieler Gegenden (z. B. bei Eisenach, Langensalza, Jena etc.) endlich auch in den von Gypsschnüren durchzogenen Thonlagern der eben genannten Formationen. Ausserdem findet man dieses Salz auch in den Ausblühungen am Serpentin, Talk-, Chlorit-, Thon- und Alaunschiefer (z. B. in einer Grotte am Bosjesmannsflusse in Südafrika, wo es eine 1½ Zoll starke Lage unter einer Decke von Mangan-Magnesia-Alaun bildet; oder in den Quecksilbergruben von Idria, wo es unter dem Namen „Haarsalz" bekannt ist), ja selbst auf Stein- und Braunkohlenlagern und auf Erzlagerstätten (z. B. bei Herrengrund unweit Neusohl in Ungarn, wo es blättrige, durch Kobaltvitriol blassrosenroth

gefärbte Stalaktiten bildet). In allen diesen Fällen zeigt es sich vorherr schend in Association theils mit Chlormetallen (so namentlich mit Steinsal und Salmiak oder Mascagnin), theils mit schwefelsauren Salzen (so vorzüg lich mit Glaubersalz, Astrakanit, Gyps, auch mit Eisen-, Kupfer- ode Kobaltvitriol), seltener mit Kalk-, Dolomit- oder Eisenspath (so im Gyps bei Kittelsthal). Bezeichnend für seine Entstehungsweise aber ist es, das es sich häufig in Verbindung mit Mineralien zeigt, welche Magnesia ent halten und von Eisenkiesen durchzogen werden (so namentlich in Eisenki haltigen Dolomitmergeln, im Serpentin, Talkschiefer etc.). Durch dies Verbindungsweise sowohl wie auch durch die Art seines Vorkommens übe haupt gelangt man zu der Ansicht, dass das Bittersalz in der Erd rinde durch den Einfluss von Schwefelsäure auf Magnesia hal tige Substanzen entsteht, sei es nun, dass vitriolescirende Schwefe metalle, wie Eisen- und Kupferkies, oder Gypslösungen oder auch schwefe saure Dämpfe im Krater der Vulcane auf Magnesia haltige Silicate (z. B auf Serpentin, Talk, Chlorit), Carbonate (Dolomit und dolomitische Merge oder Chloride (z. B. Chlormagnium) einwirken.

Zusätze:

1) In den bunten Keupermergeln bei Madelungen unweit Eisenach kom men hie und da Markasitknollen vor. Als vor einigen Jahren b Anlegung einer Fahrstrasse die Ablagerung dieser dolomitischen Me gel durchschnitten worden war, erschienen nach einiger Zeit ringsu um die, in den blossgelegten Mergelwänden, liegenden Markasitknolle Salzzonen, welche aus einem Gemische von Gyps und Bittersalz be standen und aus der Einwirkung der vitriolescirenden Markasite a den Kalk- und Magnesiagehalt des Mergels entstanden sein musste da der Mergel rings um diese Knollen herum nicht mehr mit Säure brauste und in Thon umgewandelt erschien.
2) Bei Kittelsthal unweit Eisenach lagert unter und über einem klüfti gen Gypsstocke dolomitischer Mergel. Dieser enthält über dem Gyps keine Spur von Bittersalz, aber unter dem letzteren überall da, w Gypsklüfte in die Mergellagen eindringen. Offenbar haben die Tage wasser Theile aus dem Gypse aufgelöst und durch diese Gypslösunge in den von ihnen benetzten Mergellagen die Ausblühungen von Bitter salz erzeugt.
3) In Oberitalien wird an mehreren Orten Bittersalz dadurch gewonnen, dass man schwefelkiesreiche Serpentine zermalmt, befeuchtet der Luft aussetzt und dann mit Wasser auslaugt.
4) Kieserit (vergl. oben die Anhänge zum Steinsalze).
5) Polyhalit (vergl. oben die Anhänge zum Steinsalze).

5. Alaun.

[Alumme sulfatée (Hauy); Alumm (Phill.).]

In tesseralen Formen, namentlich in Octaëdern, seltener in Würfeln krystallisirende, gewöhnlich aber in faserigen Massen oder in haarförmigen Ausblühungen auftretende Doppelsalze, welche sich im reinen Zustande alle auf die Formel

$$R^2O^3,SO^3 + RO,SO^3 + 24\ HO,$$

in welcher $R^2O^3 = Al^2O^3$; $RO = KO$, NaO, AmO, MgO, FeO oder MnO ist, zurückführen lassen.

Ihre Härte = 2– 2,5; ihr spec. Gewicht = 1,75—2. — Sie schmecken unangenehm süsslich zusammenziehend, sind im Wasser leicht löslich, aber im heissen (25 Mal) leichter als im kalten und zerfliessen in der Hitze, wobei sie unter starker Wasserverdampfung sich aufblähen. Befeuchtet man den geglühten Rückstand mit Kobaltlösung und erhitzt wieder, so wird er schön blau (durch seinen Thonerdegehalt). Versetzt man ihre wässerige Lösung mit Ammoniak, so erhält man einen voluminösen, weissen stärkekleister ähnlichen Niederschlag von Thonerde, und löst man diesen Niederschlag wieder mit verdünnter Schwefelsäure und versetzt dann die Lösung mit gleichen Theilen schwefelsauren Kalis, so entstehen an einem in die Lösung gehangenen wollenen Faden wieder die schönsten Octaëder von Alaun.

Vorkommen und Bildungsweise. Die Hauptlager- und Bildungsstätten der Alaune befinden sich im Bereiche der Thonerde und Alkalien haltigen Silicathydrate, und zwar einerseits der Thonschiefer, Schieferthone und Thone, deren Masse von Eisenkiesen, namentlich Markasiten, durchzogen ist, und andererseits der Zeolithe haltigen Laven, welche von schwefligsauren Fumarolen der Vulcane benetzt werden. Im ersten Falle werden sie, wie schon bei der Beschreibung der Eisenkiese gezeigt worden ist, durch die Einwirkung der bei der Oxydation der Eisenkiese freiwerdenden, wässerigen Schwefelsäure auf den Thonerde- und Alkaliengehalt der obengenannten Silicathydrate erzeugt und sind dann in der Regel durch beigemischten Eisenvitriol oder auch durch Haarsalz verunreinigt; im zweiten Falle aber entstehen sie dadurch, dass sich die in den Solfataren der Vulcane bildende schwefelige Säure zu Schwefelsäure oxydirt, welche nun die zeolithischen Laven zersetzt und sich mit deren Thonerde und Natron zu Alaun verbindet. Ausserdem aber können sie auch in brennenden Stein- und Braunkohlenflötzen dadurch entstehen, dass das bei der Erhitzung des Bitumens freiwerdende Ammoniak sich mit dem, in den Schieferthonzwischenlagen durch vitriolescirende Eisenkiese entstandenen, Haarsalze verbindet.

Anmerkung. Wahrscheinlich bildet sich in Schwefelkies haltigen Kohlen der Alaun auch dadurch, dass die bei der Vitriolescirung dieser Kiese frei werdende Schwefelsäure durch ihre Wasserverdichtungskraft zuerst die Kohlen in Brand

setzt, wodurch aus dem Bitumen der letzteren Ammoniak frei wird, und dan sich mit diesem letzteren ebenso wie mit der in der Kohlenasche vorhandene Thonerde zu Ammoniakalaun verbindet.

Abarten des Alauns. Je nach der mit der schwefelsauren Thonerde verbundenen schwefelsauren Basis von der Formel RO unterscheide man folgende Alaunarten:

1) Kalialaun [Alun (Beud.), Potash Alum (Dana)]: In der Natu meist in faserigen Ausblühungen und Rinden. In der Spiritusflamm erhitzt dieselbe violett färbend und in seinen Lösungen mit Platinchlorid einen strohgelben Niederschlag gebend. — Im reinen Zustand aus 33,76 Schwefelsäure, 10,82 Thonerde, 9,95 Kali und 45,47 Wasse also aus $(Al^2O^3,SO^3 + KO,SO^3) + 24$ HO bestehend, aber gewöhnlich verunreinigt durch Haarsalz, Eisenvitriol, Gyps, ode auch durch Salmiak und Bittersalz, — lauter Salzen, mit dere Ausblühungen er auch associirt vorkommt.

   Er ist unter allen Alaunarten der gewöhnlichste und am weitest verbreitete. In den von unzähligen Eisenkiesen durchzogenen Thonschiefern der Grauwackeformation aller Länder (— so namentlich i dem Fucoïdenschiefer der silurischen Grauwacke am Thüringer Wald im Voigtlande, in Norwegen, England etc.) durchzieht er einzeln Schieferstraten in solcher Menge, dass sie zu wahren Alaunschiefer werden und zur Alaungewinnung Anlass geben. Eben so häufig find er sich als Beimengung in den schwefelkiesreichen Schieferthon- un Thonlagen zwischen den Stein- und Braunkohlenschichten, sowie de Torfablagerungen in diesen Kohlenmassen selbst und bildet sich dan durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Thonerde und da Kali in den Aschenbestandtheilen der Kohlen (— z. B. in den Braunkohlen an der Rhön, in manchen Torfmooren Schlesiens und de Eifel —). Ferner zeigt er sich unter den Producten brennende Steinkohlenflötze (so am brennenden Berge bei Duttweiler unwei Saarbrücken). Endlich bemerkt man ihn auch auf Klüften von Lave und dann durch den Einfluss von schwefeligsauren Dämpfen auf di Bestandtheile der Laven entstanden (— so in Sicilien, auf den Liparischen Inseln etc.).

2) Natronalaun [Solfarite (Shepard), Soda-Alum (Dana)]: Beim Erhitzen die Flamme gelb färbend; im reinen Zustande aus 34,94 SO^3 11,30 Al^2O^3; 6,81 NaO und 47,05 HO bestehend. Er findet sich in der Neapolitanischen Solfatare und auf der Insel Milo und ist ei Product der Einwirkung von schwefelsauren Dämpfen auf zeolithhaltige Laven.

3) Ammoniakalaun [Ammonialum (Pseud.), Ammonia-Alum (Dana)] In plattenförmigen Massen mit parallelfaseriger Absonderung; farblo

oder weiss. In seinen Lösungen mit Aetzkali erhitzt Ammoniakgeruch entwickelnd. Im reinen Zustande aus 35,33 Schwefelsäure; 11,31 Thonerde; 3,80 Ammoniak und 49,56 Wasser bestehend. — Kommt auf einem Braunkohlenlager bei Tschermig in Böhmen vor.

) Federalaun [Haarsalz, Halotrichit, Keramohalit, Bergbutter]: Haar- oder nadelförmige Krystalle in Rinden und Ueberzügen, auch in Stalaktiten und nierenförmigen Aggregaten von faseriger Structur. Härte = 1,5—2; spec. Gewicht = 1,6 1,7; weiss ins Gelbliche und Grünliche, seidenglänzend. Im Wasser gelöst und mit schwefelsaurem Kali versetzt Alaunoctaëder bildend. Im reinen Zustande aus 15,4 Thonerde, 36,0 Schwefelsäure und 48,6 Wasser bestehend, also eigentlich kein Alaun, aber durch Beimischung von Eisenvitriol zu Eisenalaun [(Al^2O^3,SO^3 + FeO,SO^3) + 24 HO] werdend. Er findet sich in ausserordentlicher Verbreitung auf Spaltungsflächen und Klüften nicht blos von Thonschiefern und Schieferthonen, sondern auch von verwitternden und schwefelkieshaltigen Feldspathgesteinen und bildet sich auf ganz ähnliche Weise, wie der Kalialaun, ganz besonders aber aus solchen Feldspathen und Thongesteinen, welche arm an Alkalien, aber Kalk haltig sind. Seine gewöhnlichsten Begleiter sind dann Kalialaun, Bittersalz, Eisenvitriol und Gyps.

Auf diese Weise findet er sich in verschiedenen Formationen; so im Alaunschiefer bei Saalfeld am Thüringer Walde; im Steinkohlengebirge bei Pottschappel; im Liasschiefer bei Eisenach; im Braunkohlengebirge bei Bonn und Freienwalde; aber auch auf Lavenklüften (z. B. auf Milo und Adelaide in New-Südwales), und in Solfataren (z. B. bei Neapel).

4. Der Eisenvitriol.

[Melanterit (Haid.); Fer sulfaté (Hauy); Sulphate of Iron (Phill.); Copperas (Dana); Grüner Vitriol.]

Kurz säulenförmige oder dick tafelförmige, monoklinische Krystalle; ufiger aber stalaktitische oder traubige Massen; mehlige oder faserige gregate oder haarförmige Ausblühungen.

merkung: Sehr schöne und grosse Krystalle bekommt man, wenn man ganz reinen Eisendraht (Claviersaiten) mit verdünnter Schwefelsäure löst; die Lösung abfiltrirt, dann noch mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt und ohne Wärme ganz allmählig verdampfen lässt.

Die Krystalle sind basisch vollkommen spaltbar. - Härte = 2; etwas öde; spec. Gewicht = 1,8—1,9. — Blau- bis berggrün, an der Oberhe sich mit einer gelben Oxydationsrinde bedeckend; im Ritze weiss; chsichtig bis durchscheinend. Tintenartig schmeckend. Im Wasser ht löslich und zwar mit gelblicher Farbe, wenn das Wasser ganz frisch Die Lösung wird durch Galläpfeltinctur blass bläulichschwarz und

ohne Niederschlag gefärbt; durch Kaliumeisencyanür aber wird in ihr ein hellblauer, an der Luft dunkelwerdender Niederschlag erzeugt. Vor dem Löthrohr in der Oxydationsflamme erhitzt Schwefelsäure ausstossend und zu braunrothem Eisenoxyd werdend, welches dann in der Reductionsflamme schwarzes Magneteisen giebt.

Chemischer Bestand: Im reinen Zustande aus 28,8 Schwefelsäure; 25,9 Eisenoxydul und 45,3 Wasser, also aus $FeO,SO^3 + 7\ HO$ bestehend; bisweilen aber auch etwas Haarsalz, Kalialaun, Bittersalz, Kupfer- oder Zinkvitriol beigemischt enthaltend.

Vorkommen, Associationen, Bildungsweise und Umwandlung. Der Eisenvitriol ist ein Oxydationsproduct der Eisenkiese und des Kupferkieses, wie bei der Beschreibung dieser Schwefelerze §. 51 c. und d.) schon gezeigt worden ist. Er findet sich darum zunächst in der Umgebung dieser Erze und in allen Felsarten, welche Eisenkiese, namentlich Markasite enthalten; sodann aber bildet er auch vermöge seiner leichten Löslichkeit in Klüften und Spalten oft weit von seiner Bildungsstätte entfernt Stalaktiten und sinterartige Ueberzüge. Gewöhnlich erscheint er unter diesen Verhältnissen in Begleitung von anderen Sulfaten, welche durch die bei seiner Entstehung fr igewordene Schwefelsäure entstanden sind, so mit Haarsalz, Alaun, Bittersalz, Glaubersalz, auch mit Gyps, Kupfer- und Zinkvitriol. Bisweilen durchdringt er dann auch thonige Massen nach allen Richtungen so stark, dass diese dadurch zu Vitriolthon werden. Alles dieses kann indessen nur dann stattfinden, wenn seine Lösungen auf ihrem Zuge durch die Erdrindemassen nicht mit Carbonaten, Phosphaten, Arseniaten, Silicathydraten und Chloriden der Alkalien und alkalischen Erden in Berührung kommen; denn ist dieses der Fall, dann muss er seine Schwefelsäure an diese starken Basen abgeben, während er selbst nun den, grade mit diesen Basen vorher verbunden gewesenen, Umwandlungsstoff als Entschädigung erhält. Auf diese Weise wird er zum Hauptbildungsmittel der Sulfate der Alkalien und alkalischen Erden, wie schon früher bei der Beschreibung der im Wasser löslichen Sulfate und noch ausführlicher da, wo vom Einflusse der Umwandlungsproducte des Eisenkieses auf Mineralien (§. 51d.) die Rede war, gezeigt worden ist. — Aber der Eisenvitriol kann sich auch als solcher nicht halten, wenn er an luftverschlossenen Orten mit fauligen Organismenresten in Berührung kommt, denn in diesem Falle wird er wieder desoxydirt und in Eisenkies umgewandelt.

Zu den wichtigsten Fundorten dieses interessanten Eisensalzes gehören nun namentlich folgende: Die Grube Gieshübel bei Bodenmais in Baiern, in welcher ausgezeichnete Krystalle gefunden worden sind; die alten Stollen im Rammelsberg bei Goslar, wo er oft schöne Stalaktiten bildet; Häring und Sterzing in Tyrol; Bilin in Böhmen; Herrengrund, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn; Fahlun in Schweden etc.

satz: Verwandte des Eisenvitriols sind der in der Solfatara bei Neapel vorkommende und aus schwefelsaurem Eisenoxydul-Eisenoxyd bestehende Voltait; der zu Fahlun mit Bittersalz verbundene Botryogen; der am Graul bei Schwarzenberg vorkommende und aus schwefelsaurem Eisenoxydhydrat bestehende Tekticit; der in Chile vorkommende Copiapit u. a.

5. Kupfervitriol.

[Blauer Vitriol; Cuivre sulfate (Hauy); Sulphate of Copper (Phill.); Blue Vitriol (Dana); Chalkanthit (Haid).]

Künstlich dargestellt in schiefrhomboïdischen, triklinischen Prismen; der Natur gewöhnlich in Stalaktiten, nierenförmigen Ueberzügen und schlägen.

merkung: Löst man reines Kupfer in concentrirter Schwefelsäure, verdünnt dann die Lösung mit wenig Wasser, filtrirt ab und lässt dann das Filtrat nach Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure ganz allmählig verdunsten, so erhält man sehr schöne Krystalle.

Spaltbarkeit sehr unvollkommen; Bruch muschelig; Härte = 2,5; as spröde; spec. Gewicht = 2,2—2,3. Höchst unangenehm zusammenend schmeckend. Schön dunkel himmelblau, bisweilen etwas grünlich; Ritze weisslich; durchscheinend; glasglänzend. — Im Wasser mit blauer be leicht löslich. Die Lösung giebt mit viel Ammoniak eine prächtig rblaue Tinte, mit Kaliumeisencyanür aber einen rothbraunen Niederleg; ein in dieselbe gestelltes blankes Eisenstäbchen bedeckt sich mit em metallischem Kupfer.

Im Kölbchen erhitzt schwillt er auf, schwitzt Wasser aus und wird s. Vor dem Löthrohr auf Kohle erhitzt färbt er die Flamme grün, l unter Aufblähen weiss, weiterhin schwärzlich und zuletzt, namentlich Zusatz von Soda, zu reinem Kupfer.

Chemischer Bestand: Im reinen Zustande 32,14 Schwefelsäure, 72 Kupferoxyd und 36,14 Wasser, also: $CuO, SO^3 + 5 HO$. Gewöhnaber erscheint er durch Eisenvitriol oder auch durch Zinkvitriol nreinigt.

Umwandlungen: Wie schon bei der Beschreibung des Schwefelfers (§. 61 c.) weitläufig angegeben worden ist, so wird der Kupfervitriol lich dem Eisenvitriol auf mannichfache Weise umgewandelt, sobald er Lösungen mit Carbonaten, Phosphaten, Arseniaten und löslichen Silicaten Berührung kommt. Seine Umbildung in Malachit, Kupferlasur, osphorchalcit und Kupferschaum einerseits, wie die Umwandlundes kohlensauren Kalkes oder des löslichen kieselsauren Kalis in Sulandererseits, sind in dem obengenannten §. schon erklärt. Hier sei er nur noch erwähnt, dass auch er, ebenso wie der Eisenvitriol durch nische Fäulnissmaterien unter Abschluss von Luft wieder zu Schwefel-

kupfer (Kupferglanz oder Kupferindig) desoxydirt wird, wie man dies z. B an den Kupferglanzüberzügen auf den Fischabdrücken des Kupferschiefer deutlich beobachten kann (vergl. oben §. 52).

Vorkommen und Associationen: Der Kupfervitriol ist ein Oxydationsproduct des Kupferkieses und Kupferglanzes, wie man aus §. 52 ersehen kann. Er findet sich daher am meisten in der nächsten Umgebung dieser Erze. Von hier aus wird er aber durch das Wasser in Spalten Klüfte und alte Stollen gefluthet und abgesetzt, wenn anders er nicht au diesem Zuge mit einem der obengenannten und ihn umwandelnden Mineralien in Berührung kommt. Gewöhnlich bildet er dann in diesen secundären Lagerstätten Sinter und stalaktitische Ueberzüge, oft für sich allein bisweilen aber auch in Gesellschaft von Eisenvitriol und Zinkvitriol. Manchmal trifft man ihn auch mit einer Rinde von Malachit oder Kupferlasur, selten aber mit einem Ueberzuge von Kupferschaum (so bei Riechelsdorf und Schweina). Im letztgenannten Falle erscheint dann auch bisweilen — z. B. bei Schweina — Kobaltblüthe Nickelblüthe und Pharmakolith in seiner Umgebung.

Unter seinen zahlreichen Fundorten sind namentlich die alten ausgebeuteten Stollen und Klüfte im Rammelsberg bei Goslar, bei Schweina am Thüringer Walde, bei Mülbach im Salzburg'schen, bei Klausen in Tyrol Herrengrund in Ungarn, Fahlun in Schweden, auf Auglesea in England etc zu nennen. Bemerkenswerth erscheint auch sein Vorkommen auf Laven am Vesuv.

III. Sulfatspathe.

Im Wasser sehr schwer oder gar nicht lösliche Verbindungen der Schwefelsäure mit Kalkerde, Baryterde oder Strontian (sowie einiger Schwermetalloxyde z. B. des Bleies). Ihre vorherrschend säulen- oder tafelförmigen Krystalle gehören theils dem rhombischen, theils dem monoklinischen Systeme an und sind sehr vollkommen brachydiagonal (im ersten Falle) oder klinodiagonal (im zweiten Falle) spaltbar. Nächstdem bilden sie aber auch plattenförmige Aggregate mit parallelstengeliger oder faseriger Zusammensetzung, und blättrige, schalige, körnige bis dichte Massen; ihre Härte = 1,5—3,5. Mit Ausnahme des Gypses sind sie wasserlos. — Vor dem Löthrohr schmelzen sie zu einem weissen Email. — Mit Kohle untermischt und bei Luftabschluss geglüht geben sie Schwefelmetalle, welche dann meist in Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff gelöst werden. — Mit Kalilauge oder kohlensaurer Kalilösung gekocht werden sie zersetzt.

Die Sulfatspathe entstehen theils durch die Einwirkung von freier Schwefelsäure oder von Schwermetallvitriollösungen auf Carbonate, Phosphate, Silicate oder Chloride der alkalischen Erden, theils durch Oxydation von Schwefelbaryum, Schwefelstrontium oder Schwefelcalcium.

Ihrem Vorkommen nach gehören sie vorherrschend zu den Gang bildenden Mineralien und dann finden sie sich in der Regel mit Quarz, Kalk-, Braun-, Fluss- oder Eisenspath in Association. Einige von ihnen bilden jedoch auch mächtige Lagerstöcke, ja selbst bedeutende Bergzüge. Dagegen sind sie nie in einer gemengten krystallinischen Felsart als wesentliche Gemengtheile zu finden.

Die wichtigsten unter ihnen sind folgende:

Specielle Beschreibung der wichtigeren Arten.

§. 63. a. Der Gyps.

[Fraueneis oder Frauenglas z. Th.; Alabaster z. Th.; Selenit; Chaux sulfatée (Hauy); Gypsum (Phill.).]

a. Körperformen: Monoklinische Krystallformen, namentlich Combinationen, welche bald säulenförmig, bald tafelförmig erscheinen und oben und unten entweder durch die vollständige Grundpyramide (also mit beiden Hemipyramiden) oder nur durch die halbe Pyramide (und zwar mit der negativen Hemipyramide) begrenzt sind.

Im ersten Falle erscheinen die Krystalle als sechsseitige, oben und unten durch eine schiefe vierseitige Pyramide begrenzte, bald kurze, dicke, bald lange dünne Säulen; im zweiten Falle dagegen bilden die Krystalle eine rhomboïdische Tafel, welche an ihren schmalen Seitenflächen zugeschärft ist. Durch Abrundung der Ecken und Kanten an dieser letzten Krystallform entstehen dann weiter die linsenförmigen Gypskrystalle.

Ferner sehr häufig Zwillingskrystalle, welche am meisten dadurch entstehen, dass sich zwei säulen- oder tafelförmige, an ihren Enden mit der halben Pyramide zugespitzte, Prismen mit einer ihrer schmalen Seitenflächen so aneinander legen, dass sie unten einen ausspringenden und oben einen einspringenden Winkel bilden.

Sind solche Zwillinge mit ihrer, einen ausspringenden Winkel bildenden, Pyramidenspitze eingewachsen, so ragt der obere, mit dem einspringenden Winkel versehene Theil der Säule aus der Steinmasse hervor und hat dann einige Aehnlichkeit mit einem Schwalbenschwanze, weshalb man auch diese Zwillingsbildung Schwalbenschwanzzwillinge nennt. Es kommen indessen auch Linsenzwillinge in der Form von Schwalbenschwänzen vor, so namentlich am Montmartre bei Paris.

Die Krystalle erscheinen entweder einzeln oder in Drusen und Sternen, welche, wenn sie aus Schwalbenschwanzzwillingen zusammengesetzt sind, bald wie ein Johanniterkreuz, bald wie Sternblumen aussehen (daher der Namen Stern-, Blumen- oder Selengyps), auf oder eingewachsen; oft bilden sie auch Gruppen, in denen sich die einzelnen Krystallindividuen gegenseitig durchwachsen oder um einander herumgebogen zeigen (z. B. am Thüringer Walde bei Reinhardtsbrunnen in der Mariengrotte) oder kleine moosförmige Gestalten, deren Zweige und Blättchen aus rhomboidalen Täfelchen bestehen. Ausserdem bildet auch der Gyps mächtig ausgedehnte Platten, welche eine parallel faserige oder stengelige Zusammensetzung haben (Stangen- und Fasergyps) oder sich nach gewissen Richtungen in lauter rhomboidale Tafeln spalten lassen (späthiger Gyps); oder derbe Massen mit krystallinisch körnigem, schuppigem, dichtem oder erdigem Gefüge.

b. Physikalische Eigenschaften. Der krystallisirte Gyps ist in der Richtung der klinodiagonalen Axe sehr vollkommen in rhomboidale Blättertafeln spaltbar und zeigt dann auf diesen Spaltflächen einen starken Perlmutterglanz; nach der hemipyramidalen Richtung aber weniger vollkommen spaltbar, zähe, biegsam, faserig und im Bruche seidenglänzend und nach der orthodiagonalen Axe hin ganz unvollkommen spaltbar, spröde mit flachmuscheligem, glasglänzenden Bruche. — Der dichte Gyps dagegen zeigt beim Zerschlagen einen splittrigen, unebenen bis ebenen Bruch. — Beim Schneiden erscheint er milde; in dünnen Blättchen sehr oft biegsam. Härte = 1,5—2; spec. Gew. = 2,2=2,4. — Farblos und wasserhell oder schneeweiss, oft aber durch mechanische Beimengungen von Bitumen, Eisenoxyd oder selbst Kupfervitriol mannigfach-erdbraun, ockergelb, braunroth oder auch bisweilen grün und blau gefärbt, gefleckt und geadert. Der Glanz, wie oben schon angegeben, verschieden: an den Krystallen auf den vollkommensten Spaltflächen stark perlmutterartig; auf den unvollkommenen Pyramidalspaltflächen seidenartig, auf den muscheligen Bruchflächen aber glasartig, an dem dichten Gypse kaum oder nicht bemerklich. Die Durchsichtigkeit an den Krystallen vollkommen bis kaum bemerklich.

Der Gyps ist in 380—400 Theilen Wassers löslich; enthält das Wasser etwas Salzsäure oder Kochsalz, so nimmt es mehr von demselben auf. Setzt man aber zu einer wässerigen Gypslösung so viel Kochsalz, dass eine concentrirte Salzsoole entsteht, dann scheidet sich aller Gyps in gut ausgebildeten Krystallen aus (Bildungsweise der schönen Gypsdrusen in Höhlungen des Steinsalzes). In reiner Salzsäure löst er sich nur sehr unvollkommen, dagegen wird er von einer kochenden Lösung von kohlensaurem Kali ganz zersetzt.

Im Glaskölbchen erhitzt schwitzt er viel Wasser aus. Vor dem Löthrohre erhitzt giebt er ebenfalls alles Wasser ab; der durchsichtige wird

dabei undurchsichtig, weissblättrig und schmilzt zuletzt zu einem weissen alkalisch reagirenden Email. Wird überhaupt der Gyps höchstens bis 100 ° R. erhitzt, so giebt er nicht alles Wasser, was er besitzt, ab; dies geschieht erst bei 190 ° R. Bis dahin behält er auch die Fähigkeit, wieder Wasser anzusaugen. Wird er aber über 110 ° erhitzt, so verliert er diese Fähigkeit und erscheint dann „todt gebrannt.“ Vor dem Löthrohr auf Kohle in der inneren Flamme erhitzt wird er zu Schwefelcalcium; mit pulverisirtem Flussspath zusammen erhitzt giebt er einen, beim Erkalten weissen, emailartigen Schmelz.

c. Chemischer Bestand. Im reinen Zustande besteht der Gyps aus 46,51 Schwefelsäure, 32,56 Kalkerde und 20,93 Wasser und entspricht hiernach der Formel $CaO, SO^3 + 2\ HO$. Oft aber erscheint er durch Bitumen, Eisenoxyd u. s. w. mannigfach verunreinigt, wie oben schon bemerkt worden ist. So enthält er an manchen Orten so viel Bitumen, dass er gerieben oder zerschlagen einen hässlichen Schwefellebergeruch verbreitet (Stinkgyps). Bisweilen ist auch kohlensaurer Kalk seiner Masse innig beigemischt (so am Montmartre bei Paris), in welchem Falle er mit Säuren braust. Endlich bemerkt man auch in manchen Gypsen (z. B. am Harze bei Wienrode, Walkenried und Osterode) 1—2 pCt. Kieselsäure.

d. Abarten. Je nach seinem Gefüge oder seinen Beimengungen unterscheidet man bei dem, in derben Massen auftretendem, Gypse:

a. nach dem Gefüge:

1) Späthigen Gyps: mächtige, plattenförmige Massen mit parallelblättrigem Gefüge, welche sich schon mit dem Messer in papierdünne, biegsame, durchsichtige, rhomboidale Blätter spalten lassen. (Ausgezeichnet in der Grube Tondement zu Bex in Wallis; am Montmartre bei Paris; bei Reinhardtsbrunnen am Thür. Walde.)
2) Schuppig-körnigen Gyps (ausgezeichnet auf dem Leogang in Salzburg; im Val Canaria in der Schweiz).
3) Fasergyps: in der Regel aus parallel verbundenen, groben oder zarten, langen oder kurzen, seidenglänzenden Gypsfasern bestehend und 1 Zoll bis 1 Fuss dicke Platten bildend. (Allgemein verbreitet namentlich in den bunten Thonmergellagen der Buntsandstein- und Keuperformation, von ausgezeichneter Schönheit z. B. bei Ilfeld am Harz, auf der Trift, bei Kittelsthal unweit Eisenach.) Bisweilen besteht auch seine Masse aus strahlig verbundenen Fasern (Strahlgyps z. B. bei Schweina am Thür. Walde).
4) Körniger Gyps (Alabaster): mit körnig krystallinischem Gefüge (z. B. bei Kittelsthal, Lüneburg etc.; von vorzüglicher Schönheit bei Beirode unweit von Bad Liebenstein am Thür. Walde).
5) Dichten Gyps: am verbreitetsten.

6) Erdigen Gyps: erdig, abfärbend (in Klüften und Höhlungen).

b. nach den Beimengungen.

7) Stinkgyps: dichter Gyps, durchzogen von Bitumen, welches ihm bald gleichmässig beigemischt ist, bald in kleinen Knöllchen ausgeschieden in seiner Masse eingebettet liegt, bald auch mehr oder weniger parallele Lamellen und Lagen in ihm bildet, bisweilen aber auch in der Weise mit ihm gemengt erscheint, dass in einer von Bitumen durchdrungenen und rauchbräunlich gefärbten Gypsmasse schlangen- oder wurmförmig gewundene weisse Gypslagen eingebettet erscheinen (sogenannter Gekrösestein). Ausgezeichnet schön kommt dieses merkwürdige Gypsgebilde in der grossen Gypshöhle bei Frankenhausen (unweit des Kyffhäusers) vor. Daselbst bildet es mächtige Lagen, die aus einer rauchgrauen Bitumengyps-Grundmasse bestehen, welche zunächst von zarten weissen Gypslinien, sodann aber auch in zollweiten Abständen von zahlreichen, parallel ziehenden, höchst regelmässig wurmförmig gewundenen oder gefältelten, schneeweissen, 1—3 Linien dicken Gypslagen durchzogen erscheint. Wie sich nun diese wurmförmigen Gypslagen gebildet haben, das ist mir vorerst noch unerklärlich; durch einen Seitendruck ist dies nicht geschehen, denn die zwischen ihnen befindlichen Bitumengypslagen müssten sonst ebenfalls gefältelt erscheinen. Dies ist aber nicht der Fall; ja die in diesen letzteren liegenden weissen Gypslinien sind schnurgrade und unter sich parallel. Schade, dass dieses schöne Gestein an der Luft so schnell durch Entweichung seines Bitumens seinen Zusammenhalt verliert und in der Richtung seiner früheren Bitumenlagen Risse bekommt und ganz weiss wird.

8) Kalkgyps mit 10 und mehr pCt. kohlensauren Kalkes gemengt und körnig krystallinisch.

9) Thongyps: eine Mengung von Thon mit späthigem, faserigem oder schuppigem Gyps (vorzüglich in der bunten Thonmergelablagerung der Keuperformation Thüringens). Bald erscheint der Gyps innig gemengt mit dem Thon, bald durchschwärmt er ihn in Adern oder knollenförmigen Concretionen mit strahlig faserigem Gefüge in dem Thone. Höchst interessant sind in dieser Beziehung die rothen und gelben Fasergypsknollen, welche im Keupermergel bei Langensalza (Merksleben) den Thon durchsetzen und einen verwitterten Markasitknollen einschliessen, so dass man sie für Pseudomorphosen nach diesen letzteren halten kann.

c. Verwitterung und Umwandlung des Gypses: Der Gyps ist durch seine Säure sowohl wie durch seine Kalkerde in der Natur gegen die Einwirkung aller anderen freien Säuren geschützt; denn es könnte allen-

s nur die bisweilen durch den Zersetzungsprocess von Flechten frei wer-
de Oxalsäure auf ihn einwirken. Und ebenso vermögen ihn nur die
oride, Fluoride und Carbonate des Kalis, Natrons, Lithions, Ammoniaks,
rytes und Strontianes und etwa noch des Bleioxydes zu zersetzen. —
der Natur sind in der That mehrere Zersetzungen beobachtet worden,
folgende Beispiele zeigen werden:

1) Wie schon bei der Beschreibung des Glaubersalzes und Bittersalzes gezeigt worden ist, so treten diese beiden Salze in manchen Gegenden (z. B. bei Hildesheim, Jena, Langensalza) in gypshaltigen Mergeln unter Verhältnissen auf, welche auf ihre Entstehung aus Gyps hindeuten. So findet man sie unter anderen bei Merxleben unweit Langensalza in Höhlungen von Gyps und associirt mit Kalkspath. Ebenso wird nach Suckow (Journal für practische Chemie VIII. S. 409) das bei Jena vorkommende Bittersalz durch Zersetzung des Bitterspathes durch Gyps erzeugt. — Auch Mitscherlich wandelte kohlensaure Magnesia durch Gypslösung in Bittersalz um. Man kann sich diese Association nur dadurch erklären, dass gelöste Carbonate des Natrons und der Magnesia in Gypsspalten eindrangen und hier mit dem Gypse die Säuren tauschten, so dass einerseits Glauber- und Bittersalz und andererseits kohlensaurer Kalk entstand.
2) Werden gypshaltige Bodenarten mit stickstoffhaltigen Organismenresten gedüngt, so entsteht zuerst aus den letzteren kohlensaures Ammoniak und dann aus der Einwirkung dieses auf den Gyps schwefelsaures Ammoniak, welches sich leicht in der Bodenfeuchtigkeit löst und dann begierig von den Pflanzen eingesogen wird, und kohlensaurer Kalk, welcher im Boden zurückbleibt und denselben „mergelt." — Auf diesen Process gründet sich „das Gypsen" gedüngter Aecker. Aber hierdurch wird es auch erklärlich, woher in den Spalten von Gypsstücken, welche unmittelbar unter Ackerland liegen, hie und da die zierlichsten Aragonitdrusen vorkommen (z. B. bei Bad Liebenstein am Thüringer Walde, Eckardtshausen unweit Eisenach etc.).
3) Haidinger beschreibt (in Poggend. Ann. XI. S. 376) Schwerspathkrystalle von Alston-Moore, welche kleine Höhlungen mit braunen Kalkspathkrystallen umschlossen und theilweise noch aus kohlensaurem Baryt (Witherit) bestanden. C. Bischof zeigt (in seinem Lehrb. der chem. Geologie I. S. 619 ff.), dass diese Krystalle nur aus der Einwirkung von Gypswasser auf den Witherit entstanden sein können.

Aus den bis jetzt angegebenen Beispielen ersieht man, dass Gyps durch
Carbonate des Natrons, Ammoniaks, Barytes und der Magnesia in
lensauren Kalk umgewandelt werden kann. Ob auch Bleicarbonat durch

Gypslösung in Bleivitriol umgewandelt werden kann, ist mir in der Natur noch nicht vorgekommen; es scheint jedoch nicht unwahrscheinlich zu sein, dass aus einer Gypslösung durch salpetersaures Bleioxyd Bleisulfat und Kalknitrat entsteht. Auf Sardinien erscheint auch Bleisulfat mit Kalkspath associirt. — Ebenso hat man in der Natur noch nicht beobachten können, wie das Fluorkalium oder Fluornatrium auf Gypslösungen einwirkt, obgleich es nicht unmöglich erscheint, dass durch den Einfluss der letzteren auf Fluor und Alkalien haltige Silicate Flussspath entsteht. Wenigstens scheinen dafür die Associationen des letztgenannten Minerales mit Quarz, Kalkspath und Schwerspath, wie man sie am Thüringer Walde so häufig, aber meist in der Nähe von Gypsablagerungen findet, zu sprechen.

Auch hat Hausmann Flussspath im Gypse selbst beobachtet (vergl. dessen Handb. der Miner. II. S. 1438).

Im Ganzen genommen erscheinen also nach den eben mitgetheilten Erfahrungen die Zersetzungen des Gypses durch andere Salze mehr als Einzelheiten und von untergeordneter Bedeutung. Nicht so ist es mit dem Verhalten des Gypses gegen das Wasser; denn braucht auch nach dem Obigen 1 Theil Gyps 400 Theile Wassers zu seiner Lösung, so können doch im Verlaufe der Zeit mächtige Gypsablagerungen schon durch das Regenwasser allein gelöst und fortgefluthet werden. Am ersten und schnellsten geschieht dies an solchen Lagerstätten dieses Minerals, wo das Wasser sich ansammeln kann und gegen allzu rasche Verdampfung geschützt ist, also im Innern der Erdrinde; am wenigsten an den von allem Pflanzenwuchse entblössten, von den Strahlen der Mittagssonne beschienenen, Felsmassen des Gypses, wie man überall da, wo der Gyps massig zu Tage steht, beobachten kann. Durch diese Löslichkeit des Gypses aber werden nun, abgesehen von den oben schon erwähnten Umwandlungen, mancherlei Erscheinungen hervorgebracht, welche von hoher geologischer Bedeutung sind.

1. Erscheinungen in der Gypsmasse selbst.

a. Bei Kittelsthal unweit Eisenach lagert ein mächtiger Gypsstock unter stark zerklüftetem Zechsteindolomite. Noch vor 40 Jahren trat dieser Stock als eine sanft gewölbte Felswand unter dem letztgenannten Gesteine in der Weise hervor, dass der über ihr lagernde Dolomit eine, mit ihrem oberen Rande (Firste) etwas überhängende, Mauer bildete. So oft es nun regnete, tropfte das Wasser von dieser Firste wie von einer Dachtraufe auf die unten liegende Gypsoberfläche herab und brachte auf derselben in Folge von Gypslösung eine Reihe von dicht neben einander liegenden, 1—2 Zoll messenden, Vertiefungen hervor, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Löchern hatten, die während des Winters unter einer Dachtraufe im Schnee der Strassen entstehen, wenn es zu thauen beginnt. Indem sich aber in diesen Vertiefungen bei jedem Regen das Wasser sammelte und, wenn die-

selben ganz gefüllt waren, über ihrem Vorderrande überfloss, entstanden im Verlaufe der Jahre von diesen Vertiefungen aus auf der vorliegenden schiefen Gypsfläche eine Reihe ½ bis 1 Zoll tiefer Rinnen, welche zuerst parallel neben einander hinflossen, weiter unten auf der Gypsfläche aber sich schlängelten und verästelten. Die Seitenränder dieser Gypsrillen waren glatt und scharf und gaben der ganzen Erscheinung das Ansehen, als sei sie durch Kunst hervorgebracht. Schade, dass diese wirklich schöne Rinnenbildung, welche lebhaft an die Karrenfelder der Alpen erinnerte, durch Anlegung eines Steinbruches zerstört wurde.

b. Durch die Anlegung dieses Steinbruches aber wurden einige andere Erscheinungen in der Masse dieses Gypsstockes zum Vorschein gebracht, welche auch nicht ohne Interesse waren. Nachdem man nämlich die ganze Vorwand dieses Gypsstockes weggebrochen hatte, traten 1—2 Fuss quer durchmessende Cylinderröhren hervor, welche, von der Basis des überlagernden Dolomites aus, 6—8 Fuss tief und senkrecht in die Gypsmasse eindrangen, theilweise noch mit Wasser gefüllt waren, nach Wegbrechung ihrer Vorderwände aber an ihren übrigens glatten Seitenwänden mehr oder minder abgerundete, 1 bis 2 Linien von einander entfernt stehende Querringel zeigten und fast alle auf ihrem halbkugelig gehöhlten Grunde eine 1—2 Zoll starke schwarzbraune thonig bituminöse Substanz enthielten, in welcher recht vollständig ausgebildete Gypskrystalle eingebettet lagen. Diese ganze Bildung ist jedenfalls auch durch das, aus einer Dolomitspalte auf die Gypsoberfläche niedertropfende, Regenwasser entstanden. Wenigstens spricht dafür zunächst das bei der Oeffnung dieser Cylinder, welche die Steinbrecher S c h l ö t e nennen und nichts weiter als sogenannte G y p s o r g e l n sind, noch vorhandene Wasser, sodann die Querringelung, welche wahrscheinlich dadurch entstanden ist, dass das in diesen Röhren stehende Wasser bei seiner Verdampfung an dem Rande seiner jedesmaligen Verdunstungsfläche wieder Gyps absetzte (wie es ja auch bei jeder Salzlösung geschieht), endlich die thonig bituminöse Erde auf dem Grunde dieser Cylinder, welche bei der wässerigen Lösung des oberen, von Bitumenadern durchzogenen Gypslage sich als unlöslich zu Boden setzte und vermöge ihrer schlammigen Beschaffenheit einen geeigneten Bildungsraum für die Gypskrystallbildung abgab.

c. Wie durch die Lösbarkeit des Gypses im Wasser die Gypsorgeln entstehen, so werden auch durch dieselbe innerhalb einer Gypsablagerung mehr oder weniger grosse Aushöhlungen erzeugt. Berühmt sind ja in dieser Beziehung die grossen Gypshöhlen bei E l l r i c h unweit Nordhausen, welche die K e l l e genannt wird, 288 Fuss lang,

255 Fuss breit und 156 Fuss hoch ist und in ihrer Mitte einen 50 Fuss tiefen Wassertümpfel enthält; ferner die gewaltige Höhle von Wimmelsburg bei Eisleben, welche über 3000 Fuss lang ist und aus vielen durch engere Spalten mit einander verbundenen Höhlungen besteht, von denen manche über 80 Fuss hoch und über 100 Fuss lang ist; und noch andere Höhlen oder Gypsschlotten (wie man in Thüringen diese Höhlen nennt) am südlichen Rande des Harze, des Kyffhäusers (z. B. bei Frankenhausen) und des Mansfelder Beckens.

2. Erscheinungen in der Umgebung der Gypsstöcke. — Wenn nun Gypsstöcke so gelegen sind, dass die Tagewasser unaufhörlich zu ihnen gelangen können, so wird ihre Masse mit der Zeit ganz aufgelöst, zumal wenn diese Lösungswasser auch einen unterirdischen Abfluss haben, so dass immer frisches, noch gypsfreies, Wasser zu dem noch ungelösten Gypse gelangen kann. Hierdurch werden zuletzt an der Stelle der Gypsstöcke beträchtliche, entweder ganz leere oder zum Theil mit Wasser angefüllte, Höhlungen erzeugt. Indem nun aber durch diese Aushöhlungen der Gypsstöcke die über denselben lagernden Gesteinsmassen ihre Stütze verlieren, brechen sie am Ende in sich zusammen, stürzen in die unter ihnen befindlichen Höhlungen und bilden auf diese Weise die allbekannten Bergzusammenstürze oder Erdfälle (Teufels- oder Seeenlöcher in Thüringen genannt), welche überall, und bisweilen von gewaltigem Umfange und bedeutender Tiefe, zu finden sind. Am nordwestlichen Rande des Thüringer Waldes bilden sie z. B. im Gebiete der Zechsteinformation eine Zone, welche von Reinhardtsbrunnen an bis Kittelsthal (2 Stunden südöstlich von Eisenach) zieht; eine ähnliche Zone findet sich am Südwestrande dieses Gebirges.

f. Vorkommen des Gypses. Der Gyps hat einen ungemein grossen Verbreitungsbezirk in der Erdrinde. Der Masse der gemengten krystallinischen Gesteine ist er zwar, selbst als unwesentlicher Gemengtheil, fremd; und findet er sich einmal in den Blasenräumen derselben, z. B. des Basaltes am Westberge bei Hofgeismar in Hessen, oder mancher jüngeren Laven, so ist er erst später durch Infiltration von wässeriger Gypslösung in dieselben gelangt. Ja selbst in den Gangspalten dieser Gesteine ist er gar nicht oder nur unter solchen Verhältnissen zu finden, dass man annehmen muss, dass er entweder als wässerige Lösung von Aussen in dieselben gelangt oder durch den Einfluss von vitriolescirenden Schwefelmetallen auf gelöste Kalkcarbonate entstanden ist. Dies letztere ist z. B. nach Bischof (I. S. 535) der Fall bei Zaculecas in Mexico, wo Gypskrystalle in den oberen Teufen der Bleierzgänge und im „alten Manne" angetroffen werden. Ebenso tritt er in keinem klastischen Gesteine als wesentlicher Gemengtheil auf, obwohl er in den Thonlagern und Schwefelkies führenden Mergel-

schichten, ja selbst in den Ackerkrumen und Torflagern vieler Gegenden die schönsten Krystalldrusen bildet und häufig auch die Spalten dieser Gebirgsarten sowohl wie auch der Steinsalz- und Kalksteinmassen mit seinen späthigen und faserigen Abänderungen füllt. — Spielt er aber auch als Felsgemengtheil keine Rolle, so macht er sich doch um so bedeutsamer als selbstständig auftretende Felsart, deren Stöcke und oft weit ausgedehnte Lagermassen fast in allen bekannten Formationen der Erdrinde, hauptsächlich von der Zechsteinformation an aufwärts bis in die jüngsten Erdrindebildungen, vorkommen. Bemerkenswerth erscheint bei diesen Vorkommnissen der Gypsstöcke, dass sie in den krystallinischen Grundschiefermassen, ebenso wie in der Grauwacke- und Steinkohlenformation, so äusserst selten auftreten. Denn ausser einem mächtigen Gypsstocke, welchen Credner (Jahrb. d. Min. 1850 S. 531) in den Kärnthner Alpen am Mochenberge bei Winklern zwischen Talk-Glimmerschiefer und schieferigem Quarzfels beobachtet hat; und einer an 4000 Fuss mächtigen Gypszone, welche nach Rengger (Beitr. zur Geogr. I. 54 u. f.) in dem Glimmerschiefer des Canariathales am St. Gotthardt auftritt und nach der Tiefe zu in Anhydrit übergeht, möchte wenigstens in Deutschland kein Gyps im Urschiefer bekannt sein. Ebenso kennt man aus dem Grauwackegebiete nur einen 80 Fuss mächtigen Gypsstock in der Kupferkieslagerstätte von Szumober in Croatien (nach Lanaire in d. Ann. des mines 1815 p. 44) und ein 100 Fuss mächtiges Gypsgebilde im silurischen Kalksteine bei Onondaga im Staate Newyork. Aus dem Gebiete der Steinkohlenformation endlich kennt man nur nach Verneuil die bedeutende Gypsablagerung im Kohlenkalksteine bei Pinega in Nordrussland, und nach Lyell (Reise im Nordamer. S. 336) den 600 Fuss mächtigen, im Wechsel mit Anhydrit und bituminösen Kalkstein auftretenden, Gypsstock am Big Rock in Neuschottland.

Wie ganz anders erscheint dagegen der Gyps in der Zechsteinformation. Der ganze Süd- und Ostrand des Harzes besteht aus einem Walle von Zechsteingypsbergen; ebenso setzt er im Zechsteingürtel des nordwestlichen Thüringer Waldes eine sowohl am Nord- wie am Südrande des Gebirges hervortretende Zone zusammen. — Nicht minder häufig und manchmal in in gewaltigen Lagermassen befindet er sich in den Formationen der Triasgruppe und überhaupt in allen jüngeren Formationen, welche Steinsalz enthalten.

In allen diesen Erdrindegebieten tritt nun der Gyps vorherrschend auf im Verbande theils mit Steinsalz- und Thonablagerungen, Mergeln, Dolomiten und Kalksteinen, theils auch nur mit den zuletzt genannten drei Felsarten, ja bisweilen auch nur mit dolomitischen Kalksteinen. Ueberhaupt lehrt in dieser Beziehung die Erfahrung Folgendes.

1) Der Gyps ist ein treuer Begleiter des Steinsalzes und findet sich mit diesem theils in Wechsellagerung, theils bildet er die Decke — oder

auch wohl die Sohle — desselben und zwar so, dass über dem Steinsalze gewöhnlich zuerst salziger Thon, dann Anhydrit und zu oberst Gyps folgt.

2) Der Gyps ist auch ein treuer Begleiter der Magnesia führenden Kalksteine und Mergel (Dolomite und dolomitischen Thonmergel) und lagert dann gewöhnlich zwischen oder unter den Thonmergeln, welche dann ihrerseits wieder vom dolomitischen Kalksteine überdeckt werden.

3) Der Gyps bildet auch Nester, Schnüre und Adern in den Mergeln selbst. In diesem Falle aber wird man meist bemerken, dass die Mergel in der nächsten Umgebung des Gypses nur noch aus eisenschüssigem (ockergelbem oder rothbraunem), fast gar nicht mehr mit Säuren brausenden, Thone bestehen, während sie in — von dem Gypse — entfernteren Lagen Schwefelkies enthalten, nicht eisenschüssig sind und stark mit Säuren brausen.

4) Ueberhaupt zeigt sich der Gyps vorwaltend in der Umgebung von Mineralkörpern, welche kohlensauren Kalk und Schwefelerze enthalten. So findet man ihn nicht blos in Schwefelkies führenden Dolomiten, Kalksteinen und Mergeln, sondern auch auf Schwefelnickel, Kupferkies und Speiskobalt führenden Kalkspathgängen (z. B. bei Schweina am Thüringer Walde und bei Riechelsdorf); ja selbst in verkiesten Schnecken- und Muschelschalen in Klüften von schwefelkiesreichen Braunkohlen (z. B. bei Kaltennordheim a. d. Rhön).

c. Associationen und Bildungsweise des Gypses. — In der Masse des Gypses oder auch in Verwachsung und Gruppirung mit seinen Krystallen finden sich häufig Mineralien, welche ihm theils stofflich verwandt, theils auch ganz fremd sind. Zu diesen Associirten des Gypses gehören namentlich folgende Mineralien:

a. Ihrem chemischen Bestande nach dem Gyps Verwandte:

1) Nahe Verwandte: Anhydrit, welcher in dem Inneren der grösseren Gypsstöcke und namentlich in der Umgebung der Steinsalzlager fast nie fehlt, aber auch unter anderen Verhältnissen mit Gyps vorkommt, z. B. im Glimmerschiefer des oben genannten Canariathales (vgl. unten die Beschreibung des Anhydrites).

2) Halbverwandte:

α. durch ihre Säure:

1) Glaubersalz und Bittersalz, zwei Salze, von denen namentlich das letztere nur selten ganz in Gypsstöcken fehlt, welche in der Umgebung von Steinsalz auftreten; ausserdem aber auch oft in den Fasergypsnestern der dolomitischen Keupermergel drusenweise zu finden sind. Auch

an den Dornensteinen der Gradirhäuser findet man sie häufig mit Gyps untermischt.

2) Schwerspath, ein häufiger Begleiter des Gypses, welcher nicht nur knollen- und nesterweise in der Masse des dichten Gypses, sondern auch mit Gypsspath und Anhydrit verwachsen oder gruppirt auftritt (z. B. auf den Kobaltgängen bei Riechelsdorf und bei Schweina). Am nordwestlichen Thüringer Walde steht er ausserdem noch in einer eigenthümlichen Lagerungsbeziehung zum Gypse, indem daselbst die Schwerspathgänge stets in der nächsten Umgebung der Gypsstöcke auftreten, so an der Nordseite dieses Gebirges bei Kittelsthal und Seebach, an der Südseite bei Schweina und Drusen oder Herges.

3) Coelestin oder schwefelsaurer Strontian, schön krystallisirt in Verbindung mit Gyps, Kalkspath und Schwefel zu Girgenti in Sicilien; ausserdem in dichten Knollen mit Gypsspath am Montmartre bei Paris.

β. durch ihre Basis:

1) Kalkspath, sehr häufig, zumal in Drusen, bisweilen theilweise in Gyps umgewandelt, so dass eine Art Pseudomorphose entsteht, in welcher ein Kalkspathkrystall mit einer Rinde von Gyps umschlossen erscheint (z. B. im Gypsmergel von Merksleben bei Langensalza). Am gewöhnlichsten erscheint der dichte Kalkstein lagenweise durchzogen von blätterigem Gypsspath (z. B. bei Stedtfeld unweit Eisenach, wo er merkwürdiger Weise gerade in der nächsten Umgebung eines, den Muschelkalk durchsetzenden, Basaltganges auftritt.

2) Aragonit, häufig in schönen Krystallen aus dem Gypse von Molina und Valencia in Aragonien u. a. O.

3) Dolomit und Bitterspath; in ganz ausgebildeten, spitzen Rhomboëdern, welche einen Kern theils von schuppiger Kieselsäure, theils von Kaliglimmerblättchen enthalten, im dichten und faserigen Gyps von Kittelsthal bei Eisenach u. a. O. — (Bei Kittelsthal findet er sich gewöhnlich mit Kaliglimmer, Specksteinknollen und Quarzkrystallen in der Masse des Gypses lose eingewachsen.)

4) Apatit soll auch hie und da im Gypse vorkommen.

5) Flussspath, seltener im Gyps eingewachsen, so nach Hausmann im Gyps der Sierra Nevada; ebenso auch im Gypse von Kittelsthal.

b. Ihrem Bestande nach fremde Gypsassociationen:

1) Steinsalz, dessen Lager wohl nie ganz ohne Gyps vorkommen; oft aber auch körner- und nesterweise im Gypse eingewachsen.
2) Schwefel, sehr häufig, theils in derben Massen, theils in Körnern und Krystallen im Gypse eingewachsen, so namentlich bei Girgenti in Sicilien, bei Weentzen im Hannöverschen u. s. w. — Er ist jedenfalls ein Zersetzungsproduct des Gypses, wie wir weiter unten zeigen werden.
3) Boracit: im Gypse von Lüneburg im Hannoverschen und von Segeberg in Holstein; auch bei Stassfurt in der preussischen Provinz Sachsen.
4) Quarz; in regelrecht ausgebildeten, bald farblosen, bald rauchbraun gefärbten Doppelpyramiden bei Kittelsthal und Schweina am Thüringer Walde; oft auch im Gyps des Mannsfelder Beckens.
5) Glimmer und Chloritblättchen; sehr häufig im Gypse von Kittelsthal und gewöhnlich in Gesellschaft von Quarz, Speckstein und Dolomitspath; auch im Gypse von Kärnthen u. a. vielen a. O.
6) Speckstein; in unrein graugrünen Knollen von verschiedener Grösse, z. B. im Gypse bei Kittelsthal und Seebach am Nordrande des Thüringer Waldes.
7) Eisenkies; hie und da, namentlich der Markasit, welcher unter anderen den Kern von den strahlig faserigen Gypsknollen im Keupermergel von Merksleben bei Langensalza bildet, so dass man annehmen kann, dass diese Gypsknollen eigentlich Pseudomorphosen nach Markasitknollen sind, welche dadurch entstanden, dass die in ihrem Umfange vitriolescirenden Markasitknollen Lösungen von kohlensaurem Kalk aus ihrer nächsten Umgebung in Gyps umwandelten.
8) Eisenrahm; sehr oft namentlich auf Ritzen und Klüften, z. B. im Gypse von Schweina.
9) Erdpech; bald in feiner Zertheilung dem Gypse beigemischt und dann dessen Masse erdbraun färbend (so in dem meisten Stinkgypse, aber auch gewöhnlich in dem schwärzlich geflekten oder geaderten Gypse), theils auch in Knollen und Putzen in der Gypsmasse eingebettet (so hie und da bei Kelbra u. a. O.).

Wenn nun aber auch diese letztgenannten Gesellschafter des Gypses ihrem Bestande nach dem letzteren fremd sind, so stehen sei doch zu der Entstehungsweise desselben in irgend einer Beziehung, indem sie mit ihm entweder aus einer gemeinschaftlichen Lösung oder aus einem und denselben Mutterminerale entstanden sind. Das Folgende wird dies zu beweisen suchen.

Dass Gyps, Steinsalz, Glauber- und Bittersalz sich zusammen nicht

allein im Meerwasser, sondern auch in Salzsoolen und anderen Mineralquellen aufgelöst befinden, ist allgemein bekannt und bedarf hier kaum noch der Erwähnung, zumal da es schon bei der Beschreibung des Steinsalzes (§. 62c.), Glaubersalzes (§. 62d.) und Bittersalzes (§. 62d.) berührt worden ist.

Es fragt sich daher nur, auf welche Weise diese Mineralien vom asser erfasst und vereinigt worden sind. Und diese Frage führt unmittelr zu der Untersuchung über die Bildungsweise des Gypses.

1) Schon früher bei der Beschreibung der Producte, welche durch den influss vitriolescirender Eisen- und Kupferkiese auf kalkhaltige Gesteine ervorgebracht werden (§. 51 und 52), ist weitläufig dargethan worden, ass durch vitriolescirende Eisen- und Kupferkiese — (wie berhaupt durch vitriolescirende Schwefelmetalle)

1) kohlensaurer Kalk und
2) Mergel

n eisenschüssigen, von Gypsadern durchzogenen Thon oder ganz n Gyps umgewandelt wird. — Dies möchte wohl der am meisten vorommende Bildungsprocess des Gypses sein; ja es ist wahrscheinlich, dass alle ie in dem sogenannten bunten oder eisenschüssigen Thonmergel der Buntandstein- und Keuperformation auftretenden, sehr häufig auch durch Eisenxyd roth gefärbten, Gypsablagerungen auf diese Weise entstanden sind. Es prechen dafür nicht nur die schon früher angegebenen Thatsachen und asergypsknollen, welche noch einen Markasitkern umschliessen, sondern uch die Fasergypsadern, welche mit ihren Fasern stets senkrecht auf den Wänden der Thonmassen stehen, aus denen sie hervorgesprosst sind. — Waren nun diese Geburtsstätten des Gypses dolomitisch, wie ja dies in den enannten beiden Formationen so häufig der Fall ist, so wurde durch die chwefelsäure der vitriolescirenden Eisenkiese auch schwefelsaure Magnesia Bittersalz) erzeugt. Dadurch würde also die Association des Gypses mit em Bittersalze erklärlich. Nicht so leicht erklärbar ist dagegen die Assoiation dieser Mineralien mit dem Steinsalze und dem Glaubersalze.

2) Bischof giebt im I. Bande seiner chemischen Geologie (S. 561 ff.) n, dass Quellen, welche aus den Porphyrbergen bei Münster am Stein und us dem Granite bei Schriesheim und des Birkenauer und Gorksheimer hales bei Weinheim kommen, Chlornatrium, Chlormagnesium und hlornatrium enthielten. Diese Angaben haben mich veranlasst, einige uellen am Thüringer Walde, welche dem Porphyre bei Herges entspringen, ualitativ zu untersuchen; und ich habe in diesen nach der von Bischof S. 554 u. f.) angegebenen Methode allerdings auch Chlorcalcium gefunden. benso habe ich dann weiter in der Masse mehrere Porphyre (z. B. vom ingberge und vom Eselssprunge am Thüringer Walde) nicht blos Kalkde und Natron (vom Oligoklas dieser Porphyre), sondern auch deutliche

Spuren von Chlor gefunden. — Hierdurch liesse sich das Zusammenvorkommen von Gyps mit Bitter- und Glaubersalz in folgender Weise erklären: Quellen, welche Chlorcalcium, Chlormagnium und Chlornatrium enthielten, kamen auf ihrem Zuge durch die Erdrinde mit Steinschichten in Berührung, welche vitriolescirende Eisenkiese oder Kupferkiese führten. Indem nun hierbei die im Quellwasser gelösten Chloride die Schwefelsäure der letzteren an sich zogen, wurden sie in Gyps, Bittersalz und Glaubersalz umgewandelt. Für die Entstehung der Gypsablagerungen im Zechsteingebiete des nordwestlichen Thüringer Waldes ist diese Erklärung nicht unwahrscheinlich; denn erstens enthalten diese Ablagerungen sehr oft Bitter- und Glaubersalz in Drusen ausgeschieden; zweitens breiten sich die Kupferschieferschichten, welche durch ihre Kiese die nöthige Schwefelsäure lieferten, an vielen Orten um den Fuss der Porphyrberge (z. B. bei Kittelsthal, Seebach und Schmerbach) aus, und drittens enthalten, wie oben schon angegeben, die Porphyre (soviel bis jetzt bekannt) Chlor, Kalkerde und Natron. — Ob aber diese Erklärungsweise für alle Gypsbildungen anwendbar ist, müssen erst noch weitere Untersuchungen lehren. Soviel ist aber immerhin gewiss, dass einerseits Chlornatrium, Chlormagnium und Chlorcalcium durch Eisen- und Kupfervitriol in schwefelsaure Salze umgewandelt werden und andererseits schwefelsaures Natron und Chlorcalcium sich gegenseitig in der Weise zersetzen, dass Chlornatrium und schwefelsaurer Kalk entsteht.

3) Eine merkwürdige und lehrreiche Association des Gypses ist die mit Schwefel und Bitumen oder Erdpech. Ich habe sie öfters in den Gypshütten von Kittelsthal bei Eisenach beobachtet. Wenn nämlich in diesen Hütten Gypsstücke beim Brennen mit den glühenden Kohlen in innige Berührung kommen, so werden diese in Schwefelcalcium umgewandelt. Wird dieses noch heiss mit Wasser übergossen, so entsteht aus ihm schwefelsaurer Kalk und Schwefelwasserstoff; wird es aber sammt den kohligen Ueberresten an die Luft gelegt, so erscheint es nach einiger Zeit in eine bräunlich gefärbte Masse umgewandelt, welche aus Gyps, Schwefel- und Kohlentheilchen besteht. Es hat sich demnach durch den Einfluss des Sauerstoffes in der Luft ein Theil des Schwefelcalciums wieder zu schwefelsaurem Kalk regenerirt, während zugleich Schwefel ausgeschieden wurde. — Hierdurch wird es erklärlich, warum gerade der bituminöse oder von kohligen Substanzen durchzogene Gyps am ersten Schwefelputzen enthält. Aber ebenso lässt sich hierdurch erklären, auf welche Weise der Gyps in Braunkohlen- und Torflager kommt. Es ist bekannt, dass die allermeisten Pflanzen Kalkerde unter ihren Aschenbestandtheilen enthalten. Wenn dieselben nun an luftarmen Orten — z. B. unter Wasser, oder tief unter der Erdoberfläche — verfaulen oder verkohlen, so entsteht zunächst aus ihren Stickstoffsubstanzen (Eiweiss, Kleber etc.) Schwefelwasserstoff. Kommt dieser

it der Kalkerde der Pflanzen in Berührung, so bildet sich Schwefelcalcium
ıd aus diesem endlich bei theilweiser späterer Oxydation Gyps und
:hwefel.

emerkung: Ich kann nicht umhin, hier noch eine Erfahrung mitzutheilen, welche ich bei den Weissgerbern Eisenachs gemacht habe. Diese Lederfabrikanten reiben nämlich die zu gerbenden Thierhäute zuerst mit Kalkbrei ein, um sie leichter enthaaren und entfetten zu können, und dann walken sie dieselben in tiefen Wassergruben wieder aus. Hierdurch bildet sich auf dem Grunde dieser Gruben ein dicker, aus Haaren, Hautabfällen und Kalkerde bestehender Schlamm. Wird nun dieser Schlamm mit der Luft in Berührung gebracht, so findet man nach Verlauf von einigen Wochen Gyps und Schwefelpulver in seiner Masse.

4) Eine eben so interessante Association bildet der Flussspath, Glimmer, Chlorit, Speckstein, Dolomitspath und Quarz mit dem Gypse. Ich habe sie vollständig in dem Gypsstocke von Kittelsthal beobachtet und in der Zeitschrift der deut. geolog. Gesellschaft (Jahrg. 1861. S. 160—177) beschrieben. Wie ich in dieser Beschreibung gezeigt habe, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass der Gyps sammt den in seiner Masse eingebetteten Mineralien aus der Zersetzung theils eines Kalkspath, Glimmer und Eisenkies führenden Diorites, theils auch des Magnesiaglimmerschiefers, aus welchem die dem Gypsstocke gegenüber liegenden Berge bestehen, hervorgegangen ist. Denn einerseits findet man in den Spalten sowohl jenes Dioritgesteines wie dieses Glimmerschiefers unter den Verwitterungs- und Zersetzungsproducten dieser Gesteine — vorzüglich aber des Diorites — Flussspath, Kaliglimmerschuppen, Chlorit (Delessit) Speckstein, Dolomitspath (Braunspath) und Quarz, also mit einem Worte dieselben Mineralien, wie sie der Gyps eingeschlossen enthält; andererseits bemerkt man in dem Gypse zahlreiche Dolomitspathrhomboëder, welche einen Kern von Kaliglimmer — (dem Ueberreste des Magnesiaglimmers, nachdem derselbe seinen Kalkerde- und Magnesiagehalt verloren hat) — umschliessen, und endlich ist auch nicht zu übersehen, dass eine aus dem Kalkdiorite hervorrieselnde Hungerquelle Gyps uud Bittersalz gelöst enthält. Es ist indessen hierbei zu beachten, dass wenn auch die sämmtlichen oben genannten Gesellschafter des Gypses zugleich mit diesem aus einem und demselben Muttergesteine hervorgegangen sind, dieselben doch nicht eine und dieselbe Entstehungszeit gehabt haben. Allem Anscheine nach entstand der Gyps zuerst aus dem Diorite durch den Einfluss der in ihm vorhandenen und sich oxydirenden Eisenkiese auf den Kalkspathgehalt dieses Gesteines. Indem nun derselbe ausgelaugt wurde, entstand in dem noch übrigen, — aus Magnesiaglimmer und Hornblende bestehenden, — Gemenge dieses Diorites ein Netzwerk von Rissen und Spalten, durch welches das Meteorwasser mit Kohlensäure und Sauerstoff in das Innere der aufgelockerten Felsmasse eindrang, sie noch mehr auseinandertrieb und zum Theil in Speckstein, Chlorit und Delessit umwandelte, zum Theil aber auch unzersetzt fortfluthete, so die

Magnesiaglimmerblättchen. Die so zuerst entstandene Gypsmasse wurde in dem Thalkessel, welcher dem Diorit- Glimmerschieferberge gegenüber liegt, abgesetzt, und hier durch Verdunstung ihres Lösungswassers allmählig breiartig. Jetzt erst führte nun auch die Wasserfluth die aus der weiteren Zersetzung des Diorites entstandenen oder noch übrigen Bestandtheile, wie Speckstein, Glimmer und Chlorit, dem Gypsbrei zu. Die durch das Wasser abgerundeten Specksteinknollen sanken nun wegen ihrer Grösse und Schwere tiefer in den Gypsbrei ein (daher ihr Vorkommen in der unteren Etage des Gypsstockes), die kleinen Glimmer- und Chloritblättchen aber blieben auf der Oberfläche dieses Breies liegen, oder senkten sich nur dann, wenn sie sich unter einander zu kleinen erbsen- bis haselnussgrossen Knöllchen aggregirt hatten, etwas tiefer in demselben ein. Durch weitere Zersetzung dieser Magnesiaglimmerknöllchen mittelst kohlensauren Wassers entstanden nun zuletzt die Dolomitspathrhomboëder, Flussspathkörner und braunen Quarzdoppelpyramiden, welche unter einander gemischt in der mittleren Etage dieses Gypsstockes, auftreten. Nach meinem Dafürhalten konnten diese Glimmerblättchen und Knötchen erst dann in den Gyps gelangt sein, als dieser schon eine breiartige Consistenz erlangt hatte; denn wären sie in die volle Lösung desselben gelangt, so würden sie ganz in demselben untergesunken sein. Und ebenso müssen die Dolomitspath-, Flussspath- und Quarzkrystalle erst in dem Gypsbrei aus dem Glimmer entstanden sein; denn wären sie durch das Wasser schon fix und fertig in denselben gefluthet worden, so würden sie nicht mehr scharfkantig und frisch, sondern abgerundet, wie die Specksteinknollen sein.

Soviel über die Associationen und Bildungsweisen des Gypses. Werfen wir nun nochmals einen Blick auf diese letzteren zurück, so erhalten wir folgende Resultate.

1) Die Hauptmaterialien zur Gypsbildung sind, wie allbekannt, Kalkerde und Schwefelsäure.

2) Die Schwefelsäure entsteht in der Natur;
   a. vorherrschend bei der Oxydation von Schwefelerzen,
   b. aus der Oxydation von Schwefelwasserstoff, welcher sich
      1) aus der Fäulniss von Thier- und Pflanzenresten,
      2) aus den Exhalationen thätiger Vulcane entwickelt;
   c. aus der Oxydation von brennendem Schwefel in Solfataren.

3) Kommt diese Schwefelsäure mit Kalkerde haltigen Mineralien in Berührung, dann verbindet sie sich mit dieser zu schwefelsaurem Kalk, mag nun dieselbe vorher mit Kohlensäure, Phosphorsäure, Chlor oder sonst einem Umwandlungsstoffe verbunden gewesen sein.

4) Unter aller Schwefelsäure spendenden Substanzen sind die Schwefelerze und namentlich die Eisenkiese am weitesten verbreitet; sie sind

daher auch die Hauptbildungsmittel für den Gyps. Kommen ihre Vitriole in Berührung:

a. mit kohlensaurem Kalke, so entsteht Gyps und kohlensaures Metalloxyd, aus welchem, wenn das Radical Eisenoxydul war, später Braun- oder Rotheisenstein wird;
b. mit Dolomit, so entsteht Gyps und Bittersalz;
c. mit Mergel, so bildet sich Thon, Gyps und auch wohl Bittersalz;
d. mit Kalkerde und Natron haltigen Silicaten, z. B. mit Labrador oder Anorthit, so bilden sich Gyps, Glaubersalz und freie Kieselsäure, welche zu Quarz erstarrt.

5) Nächst den vitriolescirenden Schwefelerzen tragen die schwefelsauren Salze der Alkalien sehr viel zur Bildung von Gyps bei, da sie bei der Mischung mit Kalksalzlösungen jederzeit ihre Schwefelsäure an die Kalkerde abtreten. Auf diese Weise entsteht aus der Mischung von schwefelsaurem Natron und Chlorcalcium die Association von Gyps und Steinsalz.

6) Aber auch die fauligen Organismenreste bilden eine reichlich fliessende Gypsbildungsquelle; denn durch den aus ihrer Zersetzung entstehenden Schwefelwasserstoff werden sowohl die in ihrer eignen Masse, wie auch die in ihrer weiteren Umgebung vorhandenen (löslichen) Kalksalze zuerst in Schwefelcalcium und dann dieses durch Oxydation in schwefelsauren Kalk umgewandelt.

7) Derselbe Gypsbildungsprocess kann indessen auch in der näheren und ferneren Umgebung von noch thätigen Vulcanen stattfinden; denn unter den Exhalationen dieser letzteren spielt der Schwefelwasserstoff eine Hauptrolle. Wo nun dieser durch Spalten dringt, in denen sich kohlensaurer Kalk befindet, da bildet sich zuerst Schwefelcalcium und dann weiter Gyps und Schwefel, (so bei Girgenti).

8) Wo aber dieser Schwefelwasserstoff mit der atmosphärischen Luft in Berührung tritt, wie an den Mündungen vulcanischer Schlöte, da zersetzt er sich in Wasser und Schwefel, welcher sich aber entzündet und rasch in schwefelige Säure umwandelt. Kommt diese nun mit Kalksalzen in Berührung, so bildet sich zuerst schwefeligsaurer Kalk und dann durch Anregung der starkbasischen Kalkerde schwefelsaurer Kalk. In den Solfataren des Vesuves kann man diesen Process beobachten.

9) Ob Gyps auch schon im Heerde der Vulcane selbst gebildet und dann fertig ausgeworfen wird, ist mindestens zweifelhaft, da erstens nach den bis jetzt bekannt gewordenen Erfahrungen Vulcane wohl nie fertige Schwefelsäure exhaliren, und zweitens im Innern der Vulcane die durch das Meerwasser eingeführten verkohlenden und Kohlen-

wasserstoff bildenden Organismenreste seine Bildung verhindern und höchstens die Entstehung von Schwefelcalcium zulassen würde. Wenn sich aber im Innern der Vulcane keine Schwefelsäure bilden kann, so können auch keine vulcanischen schwefelsauren Dämpfe den kohlensauren Kalk in Gypsmassen umwandeln, wie man früher annahm.

10) Dass Gyps endlich auch aus Anhydrit durch Aufnahme von Wasser entstehen kann, werden wir nächstdem bei der Beschreibnng dieses Minerals erfahren.

Aus allen diesen Erfahrungen folgt demnach, dass der Gyps, ganz abgesehen davon, dass er stets mit anerkannt hydrogenen Gesteinablagerungen verbunden vorkommt, wohl stets ein auf wässerigem Wege gebildetes und- kein pyrogenes Mineral ist. Findet er sich nun demungeachtet ungeschichtet, so muss man festhalten, dass kein aus wirklichen Lösungen sich ausscheidendes krystallinisches Mineral sich in Schichten absetzt, und dass überhaupt die wahre Schichtung nur den durch Schlämmung entstehenden Mineralniederschlägen zusteht. Will man aber sein Vulcanität durch die Verwerfung und Verdrückung der über seinen Massen lagernden Gesteinschichten erklären, so möge man nur bedenken, dass der Gyps ein in Wasser lösliches Mineral ist, und demnach durch seine Lösung und Auswaschung Höhlungen entstehen, in welche sich dann die über denselben befindlichen Gesteinlager, abwärts gezogen von ihrem eigenen Gewichte, niedersenken. Wer kennt nicht die Erdfälle? — Will man diese aber für unbedeutende örtliche Gebilde halten, so möge man wissen, dass am nordwestlichem Rande des Thüringerwaldes zwischen Eisenach und Reinhardtsbrunnen, im Jahre 1830 erst zwei kleine und von da bis zum Jahre 1863 zehn Erdfälle entstanden sind, die in einer Reihe hinter einander dem Gebiete des Zechsteingypses folgen, und von denen schon mehrere neben einander liegende durch Einsturz ihrer Zwischenwände zu einem einzigen grossen sich vereinigt haben, so dass zu erwarten steht, dass allmählig sämmtliche zu einem grossen, und dann eine Meile langen — Erdfalle verbunden werden. Und wie werden alsdann in einem Profile dieses Erdfalls die Schichten der eingestürzten Kalksteinmassen abgelagert erscheinen? — Eingeknickt, wellig gebogen — kurz eben so verworren, als hätten Erdbeben oder vulcanische Dämpfe auf sie eingewirkt.

§. 63b. Der Anhydrit.

[Karstenit; Muriazit: Werner; Phengit; Chaux anhydro-sulfatée: Hauy; Anhydrite: Phill. und Dana; Bardiglione: Bournon; Phengites: Plin.]

a. Körperformen und Eigenschaften. Rhombische, gewöhnlich dick tafelförmige, bisweilen durch eine rhombische Pyramide zugespitzte

Krystalle, welche gewöhnlich drusenartig im Steinsalz oder Kieserit (bei Stassfurt) eingewachsen sind; in der Regel aber derbe Massen mit späthig blätterigem, stengeligem, krystallinisch oder schuppig körnigem bis dichtem Gefüge. Die Krystalle und auch die späthigen Massen mit drei senkrecht auf einander stehenden Blätterdurchgängen, von denen der eine schwach und irisirend perlmutterglänzend, der zweite nur glasglänzend und der dritte matt ist. — Härte = 3—3,5 (also härter, als der Gyps und so hart als Kalkspath). Spec. Gewicht = 2,8—3 (also schwerer als Gyps). — Farblos; weiss, meist licht smalteblau, blass violett oder bläulichweiss, bisweilen aber auch durch Eisenoxyd gelblich oder röthlich und durch Bitumen graulich; durchsichtig und durchscheinend. Glanz der Krystallflächen, wie oben bei den Blätterdurchgängen bemerkt, bei den späthigen Massen perlmutterig, bei den körnigen glasig, bei den dichten matt.

Wird Anhydrit pulverisirt und in Wasser gelegt, so saugt er von demselben in sich auf und verhält sich dann fast wie Gyps; er ist aber viel weniger löslich im Wasser, wie der letztere; in vieler Salzsäure aber löst er sich stärker. — Vor dem Löthrohre erhitzt schmilzt er für sich etwas schwer zu weissem, alkalisch reagirenden, Email, mit Flussspath aber rasch und leicht zu einer klaren Perle, welche beim Erstarren undurchsichtig wird, bei längerem Blasen anschwillt und unschmelzbar wird. Mit Kohle in der Reductionsflamme erhitzt giebt er wie Gyps Schwefelcalcium.

b. Chemischer Bestand: Im reinen Zustande besteht er aus 58,82 Schwefelsäure und 41,18 Kalkerde, also aus CaO, SO^3 oder schwefelsaurem Kalk. Sehr gewöhnlich aber erscheint er verunreinigt durch Bitumen; ja die blaue Färbung desselben scheint sogar von diesem letzteren abzuhängen, indem sie verschwindet, wenn Anhydrit stark erhitzt oder längere Zeit an die Sonne gelegt wird.

c. Abarten: Man unterscheidet je nach seinem Gefüge:

1) späthigen oder blättrigen Anhydrit, welcher namentlich in den Salzwerken der Alpen, (Hallein, Berchtesgaden, Bex), aber auch auf Erzgängen (Riechelsdorf, Andreasberg) auftritt;
2) körnigen Anhydrit, welcher durchscheinend und häufig schön blau ist, dem Statuenmarmor sehr ähnlich sieht und auch wie dieser (unter dem Namen Marmo bariglio de Bergamo) benutzt wird. Nach Plinius, welcher denselben (in seiner hist. nat. 37,46) Phengites nennt, soll schon Nero aus dieser Anhydritart der Fortuna einen Tempel haben bauen lassen, welcher bei verschlossenen Thüren das Licht durch die durchscheinenden Mauern erhielt. Sehr schön kommt er vor bei Sulz am Neckar, bei Bex in der Schweiz, bei Vulpino unweit Bergamo (daher auch Vulpinit genannt) u. a. O.;
3) faserigen Anhydrit, gewöhnlich in plattenförmigen Massen, ähnlich

dem Gypse und auch mit demselben bisweilen im Mergel oder in Steinsalze zusammen vorkommend; im Ganzen aber sehr selten;

4) dichten Anhydrit, mit splitterigem Bruche, meist bläulich- oder rauchgrau, und oft dem dichten Flussspathe sehr ähnlich. Zu ihm gehört auch der im reinen Steinsalze von Wieliczka und Bochnia vorkommende, blassblaue, aus gefalteten oder gekräuselten Anhydritplatten bestehende Gekrösstein.

d. Umwandlung des Anhydrites und Bildungsweise. Steht Anhydrit mit Wasser oder feuchter Luft in Berührung, so saugt er Wasser in sich auf und wird hierdurch allmählig von Aussen nach Innen und unter Verminderung seiner Durchsichtigkeit, Dichtigkeit, Festigkeit und Härte in wahren Gyps umgewandelt.

Diesen Umwandlungsprocess kann man überall da beobachten, wo Lager oder Gänge von Anhydrit zu Tage gehen. So ist eigentlich die schon (§. 63a. unter 6) erwähnte Gypszone im Glimmerschiefer des Canariathales am Gotthard nach Rengger (Beiträge zur Geogn. Bd. I. S. 42 ff.) ein Anhydritlager, welches nach Aussen hin in Gyps umgewandelt ist. — Der Anhydritspath von Riechelsdorf in Hessen zeigt sich in einzelnen Lagen in Gyps umgewandelt und trägt oft auch auf den Spaltungsflächen zierliche Gypskrystalldrusen. — In mächtigen Gypslagern, wie z. B. im Steinsalzgebirge auftreten, bestehen meist die zu Tage ausgehenden Massen aus ächtem Gypse, während die tieferen Zonen derselben Anhydrit enthalten und die zwischen diesen beiden Extremzonen befindlichen Massen die mannichfaltigsten Uebergänge zwischen diesen beiden Arten des schwefelsauren Kalkes zeigen. Durch diese und ähnliche Erfahrungen ist man zu der Ansicht gelangt, dass wenigstens in sehr vielen Fällen der Gyps ein Umwandlungsproduct des Anhydrits ist. — Ob nun aber auch umgekehrt der Gyps durch Verlust seines Wassers in Anhydrit übergehen kann, ist noch nicht mit voller Sicherheit erwiesen. Professor Fehling hat allerdings gefunden, dass der in den Sudpfannen von Hull aus der Gyps haltigen Salzlösung sich absetzende Pfannenstein aus Anhydrit bestand (vgl. Würtemb. Jahresb. 1849. S. 37.).

Früher hielt man den Anhydrit für ein pyrogenes Product. Dies kann er indessen nicht sein, da er Bitumen enthält und am allerhäufigsten in der nächsten Umgebung von anerkannt hydrogenen Erdrindemassen (z. B. des Steinsalzes und seiner Bittersalzbegleiter) vorkommt. Sollte er vielleicht doch aus Gyps dadurch entstanden sein, dass hygroscopische Mineralmassen, wie Steinsalz, Chlorcalcium, Chlormagnium etc. unter Hülfe von Wärme bei ihrer Austrocknung diesem Minerale sein Wasser entzogen und, selbst dadurch wieder löslich gemacht, später vom Wasser ausgelaugt wurden?

e. Associationen und Vorkommen des Anhydrits. Ausser den schon beim Steinsalze und Gypse genannten Mineralien (Schwefel,

Borazit, Quarz, Glimmer, Dolomit und Kalkspath), findet man ihn auch auf Erzgängen in Begleitung von Kobalt-, Nickel-, Kupfer-, Silber-, Blei- und anderen Schwefelerzen. — Am häufigsten und grossartigsten entwickelt aber findet man ihn in der Begleitung von Steinsalz, Polyhalit, Carnallit, Kieserit und Bittersalz in allen Salz führenden Formationen, namentlich bei Stassfurt, (vgl. §. 62c. unter 1).

Zu den ausgezeichneten Orten seines Vorkommens gehören namentlich die Steinsalzlagerstätten der Alpen, so bei Hall, Berchtesgaden, Hallein, Ischl und Aussee; ferner bei Sulz am Neckar; Wieliczka und Bochnia in Gallizien, Tiede bei Braunschweig, Stassfurt bei Schönebeck, Segeberg in Holstein.

Unter den Erzlagerstätten, welche Anhydrit enthalten, verdienen die Kobalt-Nickelgänge bei Riechelsdorf und die Kupferkies- und Bleiglanzlager von Fahlun in Schweden erwähnt zu werden. In der Regel ist es die späthige Abart des Anhydrites, welche auf diesen Erzlagerstätten vorkommt.

§. 63c. **Baryt** (Haidinger).

[Schwerspath; schwefelsaurer Baryt: v. Leonh; prismatischer Hal-Baryt: Mohs; Baryte sulfatée: Hauy; Barytes: Phill; Heavy Spar: Dana].

a. Körperformen. Rhombische Krystallformen, unter denen Tafeln vorherrschen, welche an ihren schmalen Seitenflächen zugeschärft oder durch grade Abstumpfung ihrer scharfen Kanten sechsseitig erscheinen und gewöhnlich auf ihren Kanten stehen. Jedoch treten oft auch liegende Prismen auf, welche auf ihre Kanten gestellt sind. Die tafelförmigen Krystalle erscheinen sehr häufig zu Rosetten oder Halbkugeln gruppirt, in denen die einzelnen Tafeln garben- oder fächerförmig oder auch parallel neben einander stehen; bisweilen zeigen sie sich dann gebogen und so um einander herum gestellt, wie die Blätter einer Blumenknospe, oder auch concentrisch über einander liegend und Kugeln bildend, (so im krummschaligen Baryt). Die prismatischen Krystalle dagegen sind bald mit einander parallel (im Stangenspathe), bald auch, — zumal wenn sie faserfein sind —, strahlig mit einander verbunden, so dass sie nieren-, trauben- oder kugelförmige Aggregate darstellen (so im Faserbaryt). — Ausserdem erscheint der Schwerspath auch in blättrigen, körnigen, dichten und erdigen Massen. — Endlich ist auch noch zu bemerken, dass der Baryt auch in Pseudomorphosen nach Kalkspath u. a. Mineralien auftritt, wie bei den Umwandlungen und der Bildungsweise dieses Minerales noch gezeigt werden soll.

b. Eigenschaften. Der krystallisirte Schwerspath besitzt einen dreifachen Blätterdurchgang, welcher in der Richtung der brachydiagonalen

Nebenaxe am vollkommensten ist; der derbe Schwerspath dagegen zeigt bald einen unebenen, bald einen ebenen oder flachmuscheligen, splitterigen Bruch. Die Härte = 3—3,5; das specifische Gewicht = 4,3—4,48. — Er kommt farblos, wasserhell und durchsichtig, häufiger aber weiss, röthlichweiss bis fleischroth oder graulich, blaulich, grünlich und braun gefärbt vor und zeigt Glas- oder Fettglanz. — In Säuren erscheint er ganz unlöslich, durch Kalilauge wird er nach langem Kochen etwas zersetzt. Dagegen vermögen ihn humin- und quellsaure Alkalien, z. B. huminsaures Ammoniak oder Kali, unzersetzt aufzulösen, wie mir mehrfache Versuche deutlich bewiesen haben. So wurden von 100 Gr. Barytspathpulver durch huminsaures Kali 8 Gr., durch huminsaures Ammon 5 Gr. Baryt in 36 Stunden gelöst und später bei der Umwandlung der huminsauren Alkalien in kohlensaure Salze unverändert wieder absetzt. Vor dem Löthrohre zerknistert er und schmilzt schwer, wobei er leuchtet und die Flamme gelblich grün färbt; mit Soda auf Platinblech erhitzt giebt er eine klare Perle und mit Kohlenpulver in der Reductionsflamme geglüht wandelt er sich in Schwefelbaryum um.

c. Chemischer Gehalt: Im reinen Zustande besteht der Schwerspath aus 34,52 Schwefelsäure und 65,48 Baryterde, welches der Formel BaO, SO^3 entspricht. Sehr häufig aber erscheint er untermischt mit schwefelsaurem Strontian, mit Flussspath (so im sogenannten Flussbaryt von Derbyshire), mit schwefelsaurem Kalk (im Kalkbaryt) oder auch mit kohlensaurem Kalk (im Dreelit). Ebenso hat man auch Eisenoxyd und Kieselsäure an mehreren Orten in ihm gefunden. Auf diese Weise besteht nach Rammelsberg ein Baryt von Görzig in Anhalt Köthen aus 83,48 $SO^3 BaO$; 15,12 $SO^3 SrO$; 0,89 SiO^2 und 0,25 $Fe^2 O^3$; ein Baryt von Schoharie in New-York aus 83,10 $SO^3 BaO$; 7,10 $SO^3 SrO$; 6,12 $SO^3 CaO$ und 1,83 $Fe^2 O^3$. Endlich findet man seine Masse auch oft mechanisch verunreinigt durch Bitumen oder kohlige Substanzen, durch Kupferlasur und Malachit, wodurch er braun, blau oder grün gefärbt wird, wie man z. B. an dem Schwerspath in Kupferkies haltigen Gängen der Zechsteinformation bemerken kann.

Durch alle diese chemischen oder mechanischen Beimengungen sowohl, wie auch durch die verschiedenen Formen des Gefüges, werden verschiedene

d. Abarten des Schwerspathes hervorgerufen;

a. durch das Gefüge herbeigeführte Abarten.

1) Krystallinischblätteriger oder späthiger Schwerspath, welcher sich in lauter rhombische Tafeln spalten lässt und auf den Spaltungsflächen einen perlmutterigen Glasglanz besitzt.
2) Körniger Schwerspath mit krystallinisch körnigem Gefüge und geringem Glasglanze.

3) Stangenspath, welcher aus bündelförmigen Gruppen von perlmutterglänzenden Krystallnadeln besteht, die häufig strahlig mit einander verbunden sind und dann kugel-, nieren-, trauben- oder linsenförmige Gestalten darstellen z. B. in sogenannten Bologneser Spath.
4) Faserbaryt, welcher aus theils strahlig theils parallel verbundenen, seidenglänzenden Barytfasern besteht und ebenfalls in Kugeln, Nieren und Knollen auftritt.
5) Dichter Schwerspath: Dicht mit splitterigem ins Ebene oder Flachmuschelige ziehenden Bruche und kaum bemerklichem Glanze.
6) Erdiger Schwerspath (Baryterde), erdig, zerreiblich, matt, aus staubartigen Theilen zusammengesetzt.

b. durch chemische oder mechanische Beimengungen herbeigeführte Abarten.

1) Kalkbaryt (krummschaliger Schwerspath Werners), eine Verbindung von $SO^3 BaO$ mit $SO^3 CaO$, meist in rosetten-, kugel- oder nierenförmigen Aggregaten, welche aus tafelförmigen, zu krummen Schalen verbundenen, Krystallblättern bestehen. Leicht verwitternd. Specifisches Gewicht = 4,0—4,3.
2) Allomorphit, ein Schwerspath mit 1,90 pCt. schwefelsaurem Kalk, in schaligen Aggregaten. Spec. Gewicht = 4,36—4,48.
3) Dreelit, in rhomboëdrischen Krystallen, welche auf Sandstein sitzend auf den Halden der verlassenen Bleigrube de la Nuissiére unweit Beaujean (Depart. der Rhone) in Begleitung von Quarz und Kalkspath vorkommen; weiss; matt; Härte = 3—4; specifisches Gewicht = 3,2—3,5. Mit Salzsäure etwas brausend und sich theilweise lösend. Chemischer Gehalt: 61,7 BaO,SO^3; 14,3 $CaO SO^3$; 8 $CaO CO^2$ und 9,7 SiO^3.
4) Coelestinschwerspath (Breithaupts und Thomsons) von Strontian in Argyleshire, mit schwefelsaurem Strontian.
5) Flussbaryt; aus Derbyshire, ein sehr inniges Gemenge von Schwerspath mit Flussspath.
6) Hepatit, schwefelsaurer Baryt mit einem geringen Gehalte von Bitumen. Beim Zerschlagen oder Reiben nach Schwefelwasserstoff riechend. Rauchgrau, aber vor dem Löthrohre sich weiss brennend.

c. Verwitterung und Umwandlung. Wenn gleich der Schwerspath im Wasser ganz unlöslich erscheint und ebenso auch von keinem der atmosphärischen Gase angegriffen werden kann, so hat man doch mehrfache Erscheinungen schon beobachtet, welche nicht nur auf eine Löslichkeit, sondern auch auf eine Zersetzung dieses Minerals hinweisen. — Oben bei der Beschreibung der Eigenschaften habe ich schon angegeben, dass Lösungen von huminsauren Alkalien, wie sie ja in jedem mit verwesenden

Pflanzenresten wohl versorgten Boden reichlich entstehen, den Barytspath unzersetzt auflösen können. Jedenfalls sind daher die humussauren Salzlösungen das Mittel, welches die Natur zur Lösung und Transportirung des Schwerspathes benutzen.

So führt Breithaupt in seiner Paragenesis (S. 245) an, dass auf der Grube „Reicher Bergsegen" bei Freiberg Kamm- und Eisenkies Pseudomorphosen über zum Theil verschwundenem Schwerspath bilden. Ebenso erwähnt er dergleichen Pseudomorphosen nach Eisenkies von Bürschnabel bei Annaberg, ja auch von Quarz nach Barytocalcit von Mies in Böhmen (S. 247). Und S. 128 theilt er mit, dass ganze Gangformationen, welche Schwer-, Fluss- und Kalkspath führten, völlig vernichtet und verschwunden sind, so dass ihre ehemalige Existenz nur noch durch die sogenannten Afterkrystalle (Umhüllungs-Pseudomorphosen) — z. B. von Quarz oder von Kalkspath nach Schwerspath bei Freiberg auf der Grube Kurprinz Fr. August (S. 202) — nachgewiesen wird. Ebenso besitze ich selbst eine Barytspeudomorphose nach einem Kalkspathskalenoëder von Ilmenau. Diese ist eine 1¼ Zoll grosse Ausfüllungspseudomorphose, welche von einer spiegelglatten Pyrolusithülle umschlossen ist.

Ausser diesen Fällen trifft man sehr häufig auch krystallinischen Schwerspath als Versteinerungs- oder Ausfüllungsmittel von Belemniten, Ammoniten und Pflanzenresten. So besitze ich selbst einen fusslangen Cicadeenstammrest aus dem Keupersandstein bei Eisenach, welcher ganz aus Schwerspath besteht. — Endlich findet man nach Breithaupt (Par. S. 202) Schwerspath in Witherit umgewandelt, wie man umgekehrt nach Haidinger (Pogg. Ann. XI. 376 ff.) auch Witheritkrystalle äusserlich in Schwerspath umgewandelt sieht (auf den Bleierzgängen von Alston-Moor in England).

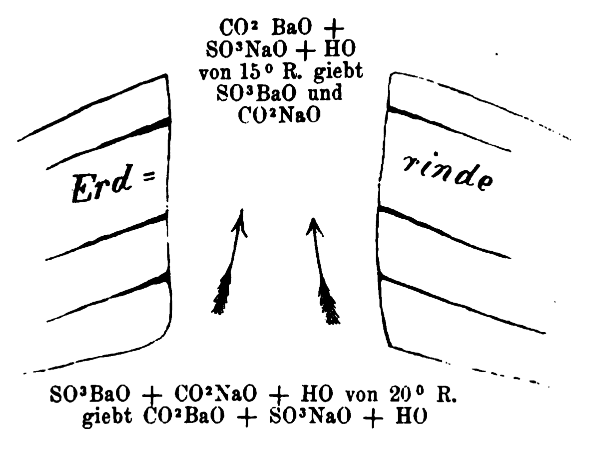
Deutet nun das gänzliche Verschwinden des Schwerspathes aus einem Raume darauf hin, dass seine Masse durch irgend eine Flüssigkeit löslich gemacht werden kann, so giebt andererseits die Umwandlung von Witherit einen Fingerzeig, auf welche Weise der letztere überhaupt entstanden sein mag.

f. Bildungsweise: Kölreuter hat (nach Bischofs Lehrbuch der chem. Geol. I. 626) gefunden, dass wenn man bei gewöhnlicher Temperatur Auflösungen von schwefelsauren Alkalien mit Witherit in Berührung kommen, so tauschen die so gemischten Salze ihre Säuren, so dass einerseits schwefelsaurer Baryt und andererseits kohlensaure Alkalien entstehen.

Denkt man sich hiernach, dass Krystalle von kohlensaurem Baryt oder Witherit von Wasser benetzt werden, in welchem sich irgend ein schwefelsaures Alkali — z. B. schwefelsaures Natron oder auch schwefelsaure Kalkerde — gelöst befinden, so werden diese Krystalle allmählig von Aussen

Innern durch diese Lösung in Schwerspath umgewandelt werden. — rerseits hat aber auch Bischof (a. a. O. S. 627—629) gezeigt, dass, bei höherer Temperatur (nicht unter 20 ° R.) kohlensaure Al-nlösungen mit schwefelsaurem Baryt in dauernde Berührung kommen, letztere in der Weise zersetzt wird, dass kohlensaurer Baryt und wefelsaures Alkali entsteht. Demnach wird also Schwerspath, her von einer (wenigstens 20 ° R.) warmen, kohlensaures Natron hal-en, Quelle dauernd benetzt wird, in Witherit umgewandelt, während hierbei entstehende schwefelsaure Natron gelöst bleibt. Enthält nun solche Quelle auch Kohlensäure, so wird der eben erst entstandene herit auch mit aufgelöst und fortgefluthet. Kühlt sich aber dann das Glaubersalz und Witherit versehene Quellwasser im weiterem Verlaufe es Zuges bis unter 18 ° R. ab, so tauschen nach der oben von Köl-er mitgetheilten Erfahrung die in der warmen Quelle entstandenen bei-Salze abermals ihre Säuren um, so dass zuletzt aus dem Witherit der Schwerspath wird.

Auf diese Weise kann also ein in den tiefern, wärmeren Schichten der Erdrinde lagernder Schwerspath durch eine warme Sodaquelle in löslichen Witherit umgewandelt und aus seiner Lagerstätte mit fortgefluthet werden. Gelangt er nun aber mit seinem glaubersalzhaltigen Lösungswasser in die oberen kälteren Schichten der Erdrinde, in denen sich das letztere abkühlt, dann wird er wieder als regenerirter Schwerspath abgesetzt. Dieser ganze Umwandlungsprocess würde sich etwa folgendermassen veranschaulichen lassen:



Aus allen den eben mitgetheilten Erfahrungen ersieht man zunächst, f welche Weise der Schwerspath durch Lösungen kohlensaurer Alkalien Witherit umgewandelt werden kann, sodann aber auch, dass wohl in r vielen Fällen derselbe erst aus dem Witherit entstanden ist; ja es ist

sogar nicht unwahrscheinlich, dass der in Organismenresten als Versteinerungsmittel auftretende Schwerspath durch kohlensaure Baryterde erzeugt worden ist. Indem nämlich dieselbe als Lösung in das Innere dieser Reste eindrang, wurde sie zunächst durch den Kohlenstoff der letzteren desoxydirt und dann durch den beim Verwesungsprocesse frei werdenden Schwefelwasserstoff in Schwefelbaryum umgewandelt, welches sich nun endlich durch Anziehung von Sauerstoff in schwefelsauren Baryt umwandelte.

Wie kohlensaure Alkalienlösungen bei erhöhter Temperatur den Schwerspath umzuwandeln vermögen, so können also nach der eben angedeuteten Weise dies auch in Zersetzung oder Verkohlung begriffene Organismen-, namentlich Pflanzenreste. Wenn diese bei Abschluss von Luft — z. B. unter Wasser oder in den tiefen Lagen der Erdrinde verkohlen, so wird viel Wärme frei, durch welche ihre kohligen Bestandtheile zur Anziehung von Sauerstoff angeregt werden. Kommen sie nun in diesem Zustande mit schwefelsaurem Baryte in Berührung, so wandeln sie diesen durch Desoxydation in Schwefelbaryum um. Dieses löst sich in Wasser auf, und kommt es nun später mit Luft in Berührung, so wird es durch Oxydation wieder zu Schwerspath.

g. Vorkommen und Associationen: Der Schwerspath tritt zwar nirgends als wesentlicher Gemengtheil einer Felsart auf, sondern wird höchstens als Ausfüllungsmasse von Blasenräumen in Mandelsteinen — z. B. in den Melaphyren des Thüringer Waldes — oder als Versteinerungsmittel von Thier- und Pflanzenresten — z. B. der Belemniten, Ammoniten und Cicadeen in der Keuperformation etc. — gefunden; auch bildet er, soviel bis jetzt bekannt, nirgends selbstständige Gebirgsmassen von irgend einiger Bedeutung, sondern nur untergeordnete Lager, Stöcke, Gänge und Adern in den verschiedensten — sowohl den ältesten wie den jüngsten — Formationen der Erdrinde. Trotzdem aber ist er von grossem Interesse nicht blos wegen seiner grossen Verbreitung und Häufigkeit in der Erdrinde, sondern auch wegen seiner Associationen mit anderen Mineralien und namentlich mit den Erzen.

Unter allen gangbildenden Mineralien ist er das häufigste, sei es nun, dass er für sich allein oder mit anderen Mineralien diese Gänge zusammensetzt. Am Thüringer Walde bildet er in dieser Weise theils in der Zechsteinformation (so bei Kittelsthal unweit Eisenach), theils im Granitgneissgebiete (so bei Steinbach und Herges am Südwestrande des Thüringer Waldes), theils, und vorherrschend, im Gebiete der Porphyre und Melaphyre (so im Drusethale bei Herges und namentlich in der Umgegend von Ilmenau) weitstreichende 10—25 Fuss mächtige Gänge für sich allein. Am gewöhnlichsten aber erscheint er in diesen Gängen associirt mit Flussspath, sei es nun, dass er lagenweise über diesem sitzt oder mit ihm ein grosskörniges Krystallgemenge bildet (z. B. im Drusethal). Nächst dem

ssspath nehmen an der Bildung solcher Schwerspathgänge am häufigsten
il Quarz, Braunspath, Kalkspath und Eisenspath. Ist nun
e solche Gangmasse in regelmässig voreinander stehenden Lagen ab-
heilt, so erscheinen die einzelnen Gangbildner in der Regel in folgen-
Reihe:

Nebengesteine	Quarz	Eisenspath	Schwerspath	Kalkspath	Kalkspath	Schwerspath	Eisenspath	Quarz	Nebengesteine

dass also der Quarz als das älteste und der Kalkspath als das jüngste,
f dem Schwerspath sitzende Glied des Ganges erscheint. Bisweilen sie-
lt sich indessen auch der Anhydrit in den Gängen des Schwerspathes
, so bei Riechelsdorf in Kurhessen.

Ausser diesen gewöhnlichen Gehülfen des Schwerspaths bei dem Auf-
ue seiner Gänge zeigen sich nun auch die verschiedenartigsten Erze in
iner Gesellschaft, vor allen Schwefel- und Arsenmetalle und die oxydischen
ze des Mangans und Eisens; jedoch niemals Zinnerze, was schon deshalb
merkenswerth erscheint, weil der Flusspath, dieser gewöhnliche Gefährte
s Schwerspathes, nur selten ganz in der Association dieser Erze fehlt.

Ueberhaupt lassen sich im Allgemeinen dreierlei Associationsreihen des
hwerspathes aufstellen:

1) Associationen des Schwerspathes mit seinen nichtmetallischen Gangbildnern und zwar:
   a. Schwerspath mit Flussspath (und seltener Quarz),
   b. Schwerspath mit Anhydrit,
   c. Quarz, Eisenspath, Braunspath, Schwerspath und Kalkspath.
2) Associationen mit Schwefel- und Arsenerzen, bei welchen gewöhnlich Quarz und auch wohl Eisenspath die Unterlage, Schwerspath die Decke bildet.
   a. mit Blei-, Kupfer-, Eisen-, Silber- und Zinkerzen (z. B. am Harze),
   b. mit Kobalt-, Nickel- und Wismutherzen (z. B. bei Riechelsdorf in Hessen).
3) Associationen mit oxydischen Erzen, bei denen in der Regel Schwerspath die Decke bildet,
   a. mit Eisenspath und Brauneisenerz oder auch mit dem letzteren allein;
   b. mit Manganerzen (Manganit, Pyrolusit, Hausmannit, Braunit und Psilomelan) und oft zugleich auch mit Brauneisenerz (z. B. bei Ilmenau am Thüringer Walde).

Die bemerkenswerthesten unter diesen Associationsreihen bleiben in-
ssen immer die des Schwerspaths mit den Mangan- und Eisenerzen, und

zwar nicht blos wegen ihres fast constanten Zusammenvorkommens, sondern auch wegen der Art ihres Auftretens und der Gesteinsbeschaffenheit ihrer nächsten Umgebung. Sowohl am Harze wie am Thüringer Walde findet man Schwerspathmassen, welche strahlig nach allen Richtungen hin von Manganitstangen oder Pyrolusitnadeln durchsetzt sind, aber stets kommen die Gänge und Stöcke dieser Massen in der allernächsten Umgebung des Melaphyrs und zwar immer da vor, wo der letztere unmittelbar an ein rothes porphyrartiges Gestein, welches man fälschlich für Felsilporphyr hält, grenzt.

Sollte nun dieses eigenthümliche Vorkommen nicht auf die Abstammung sowohl der Manganerze wie des Schwerspathes hinweisen?

In ganz frischem Melaphyr ist das Material zu allen diesen Mineralien enthalten, wenn auch nur Spuren von Baryterde nach meinen Untersuchungen in ihm vorkommen. In den Blasenräumen der Melaphyrmandelsteine ferner kommen Schwerspathkrystalle mit einer Unterlage von Wad, Pyrolusit und Eisenglanz vor. Der in Zersetzung begriffene Melaphyr endlich nimmt eine unreine rothbraune Farbe und thonige Beschaffenheit an und zeigt auf seinen Haarspalten zarte Ueberzüge von Eisenglanz und Wad.

Spricht dies alles nicht für die oben aufgestellte Frage?

Noch deutlicher aber spricht für die Entstehung des Barytes aus dem Melaphyr die schon bei der Beschreibung der Manganoxyde (§. 55 unter c) näher betrachtete Pyrolusitstufe von Ilmenau.

h. Bemerkenswerthe Fundorte des Schwerspathes und seiner Associationen sind namentlich im Erzgebirge die Gegenden von Freiberg und Marienberg, wo sich nicht nur die schönsten Krystallgruppen, sondern auch die verschiedenartigsten Associationen dieses Minerals mit Blei- und Silbererzen finden; ferner das Erzgebiet von Przibram, Mies und Horzowitz in Böhmen, von Felzöbanya und Kremnitz in Ungarn, von Kapnik in Siebenbürgen. Ausserdem findet man auch in den Grubenzügen bei Clausthal und Zellerfeld am Harze, in den Kobaltgängen von Riechelsdorf in Hessen; in den Manganerzgängen von Ilfeld am Harz und von Ilmenau am Thüringerwald; bei Schriesheim unweit Heidelberg, wo er im Porphyr einen 10 Fuss mächtigen Gang bildet und mit seinen Krystallen zum Theil in Eisenkiesel eingewachsen liegt; bei Dufton in Cumberland etc. Schwerspath von den verschiedensten Formen und Ausbildungsstufen.

i. Ansichten über die Bildungsweise des Schwerspathes. Wenngleich der Schwerspath Gänge in pyrogenen Gebirgsarten ausfüllt, so kann er doch nicht so, wie er uns gewöhnlich entgegentritt, vulcanischen Ursprungs sein. Denn gegen diese Entstehungsart spricht alsdann:

1) sein Vorkommen auch in anerkannt hydrogenen Erdrindemassen (so namentlich in den jüngeren Flötzformationen);

2) seine Drusenbildung in dem Kerne von Chalcedonnieren und Sphärosideritknollen- und in den Blasenräumen von Mandelsteinen;
3) sein Auftreten als Pseudomorphose nach Kalkspath und anderen hydrogenen Mineralgestalten;
4) sein Auftreten als Versteinerungsmittel von Thier- und Pflanzenresten;
5) sein oft bedeutender Gehalt von bituminösen oder kohligen Substanzen;
6) seine lagenweise Association mit Eisen-, Braun- und Kalkspath, lauter hydrogenen Mineralien, auf Gängen;
7) endlich auch die Beobachtung Nicol's und Brewster's (Berzelius, Jahresbericht Jahrg. VII. S. 197), nach welcher ein Schwerspathkrystall eine Flüssigkeit umschloss, aus welcher sich nach dem Herausnehmen aus ihrem Sitze Krystalle von schwefelsaurem Baryte bilden.

Ist nun hiernach der Schwerspath nach seinem gewöhnlichen Auftreten kein pyrogenes Mineral, so fragt es sich, durch welche Mittel und Processe ist er erzeugt worden?

Bischoff hat (a. a. O. Bd. I. S. 609 und ff.) gefunden, dass Granit, Porphyr und Basalt Spuren von Baryterde enthalten, welche wahrscheinlich mit Kieselsäure verbunden einen Bestandtheil des Labrador bilden. Ich selbst habe bei der Analyse des Melaphyrmandelsteins aus dem Lauchagrund am nördlichen Abhange des Inselbergs Spuren dieser alkalischen Erde gefunden. Gewiss enthalten auch noch andere gemengte krystallinische Felsarten, welche Feldspath besitzen, diesen Stellvertreter der Kalkerde; nur darf man sie nicht in der Nähe von Barytgängen oder an der Oberfläche der Felsarten suchen; denn dann ist sie schon ausgelaugt und entweder weggefluthet oder zur Bildung von Schwerspathgängen benutzt worden. — Nimmt man dieses alles an, so würde dann der weitere Bildungsprocess etwa folgender sein: Kohlensaures Wasser zersetzte die kieselsaure Baryterde des feldspathigen Bestandtheils dieser Felsarten in Kieselsäure und kohlensaure Baryterde. Neu hinzutretendes kohlensaures Wasser lösste beide auf und führte sie in die Gangspalten oder auch in die unterirdischen Fliesswasser. In den ersteren stagnirend setzten sie sich allmählig ab, zuerst der Quarz, als der schwerer lösliche Bestandtheil des Wassers, sodann der kohlensaure Baryt. — Enthielten nun die Muttergesteine der Baryterde auch Schwefelmetalle — z. B. Eisenkies — (und welche krystallinische Felsart enthielt diese nicht?) —, so wurden diese in Vitriole umgewandelt und dann ebenfalls durch das Wasser in die Gangspalten geführt. Hier aber mit dem kohlensauren Baryte in Berührung kommend tauschten sie mit diesem die Säuren, so dass einerseits schwefelsaurer Baryt oder Schwerspath und andererseits kohlensaure Metalloxyde — z. B. Eisenspath — entstanden, welche nun entweder weggefluthet oder auf dem Schwerspathe ab-

gesetzt und später wieder nach früher schon angegebener Weise in Schwefelmetalle — z. B. in Eisenkies — umgewandelt wurden.

Nach der schon bei der Umwandlung des Schwerspathes angegebenen Weise können aber auch Lösungen von schwefelsauren Alkalien die Umwandlung des in den Gängen befindlichen kohlensauren Barytes in Schwerspath herbeigeführt haben. Dies ist namentlich dann wahrscheinlich, wenn die Baryterde führenden Wasser sich mit Lösungen vermischten, welche aus, Schwefelkiese und Alkalien haltigen und in Zersetzung begriffenen, Felsarten — z. B. aus Thonschieferablagerungen — hervortraten.

Es ist indessen auch möglich, dass sich in den Gangspalten der ältesten Erdrindebildungen Massen von pyrogenem Schwelfelbaryum abgesetzt haben, welche durch später hinzutretendes Wasser aufgelöst, und durch Luftzutritt oxydirt und in Schwerspath umgewandelt worden sind.

Ja nach den schon bei der Beschreibung der Barytumwandlungen angegebenen Erfahrungen ist es sogar nicht unwahrscheinlich, dass dieser so aus Schwefelbaryum gebildete primitive Schwerspath durch Zutritt von heissem Wasser, welches doppeltkohlensaure Alkalien gelöst enthielt, in der oben schon beschriebenen Weise gebildet worden sein kann. Auf diese Weise wäre dann aller in den Flötzformationen auftretende Schwerspath eine secundäre Bildung; auf diese Weise liessen sich dann aber auch alle oben angegebenen Erscheinungen unbeschadet seiner ursprünglichen pyrogenen Entstehung erklären.

Soviel über die muthmassliche Entstehungsweise des Schwerspathes. So lange man nur unbedeutende Spuren Baryterde in einzelnen Felsarten antrifft, kann man nicht mit voller Zuversicht alle Schwerspathbildungen aus diesen Spuren ableiten.

IV. Carbonatspathe.

§. 64. **a.** Allgemeine Charakteristik: Im reinen Wasser fast unlösliche, im kohlensauren Wasser aber lösbare Verbindungen der Kohlensäure mit alkalischen Erden (Kalk-, Baryt-, Strontianerde und Magnesia) und Schwermetallmonoxyden (so namentlich dem Eisen- und Manganoxydule).

Die hierher gehörigen Spathe krystallisiren vorherrschend im rhomboëdrischen, seltener im rhombischen, Systeme und zeigen im ersten Falle alle eine sehr vollkommene rhomboëdrische Spaltbarkeit. Ausserdem bilden sie auch plattenförmige Aggregate mit rhomboëdrischer oder parallelstengeliger Zusammensetzung, stalaktitische, traubige, nierenförmige oder kugelige Gestalten und derbe Massen mit krystallinisch-körnigem, kugelig-körnigem, porösem, dichtem und erdigem Gefüge.

Ihre Härte in der Regel = 3—4,5; nur die Kreide ist zerreiblich und abfärbend. Das spec. Gewicht im Allgemeinen zwischen 2,8 und 4,5. — Im reinen Zustande wasserfrei. Vor dem Löthrohre sind sie meist unschmelzbar, einige von ihnen (der Eisen- und Manganspath) werden durch höhere Oxydation schwarzgrau, alle aber verlieren beim Glühen ihre Kohlensäure, so dass sie nach dem Glühen nicht mehr mit Säuren aufbrausen. — Ebenso wird ihre Kohlensäure unter starkem Aufschäumen ausgetrieben, wenn sie mit irgend einer Säure begossen werden; war die hierzu verwendete Säure Salpetersäure (oder in den meisten Fällen auch Salzsäure), so lösen sie sich dabei auch ganz auf.

b. Arten: Zu den geologisch wichtigeren Carbonatspathen gehören folgende Arten:

A. In Schwefelsäure zersetzbare, aber nicht oder nur zum Theil lösbare:

a. Aus dem Zersetzungsproducte lässt sich durch Alkohol kein Bittersalz ziehen . . . . . . (*Kohlensaurer Kalk.*)

1) Im rhomboëdrischen Systeme krystallisirend (Rhomboëder und sechsseitige Säulen); auch in derben Massen. Härte = 3; spec. Gewicht = 2,6 – 2,8 . . . . *Calcit.*

2) Im rhombischen Systeme krystallisirend (vierseitige Säulen); auch in parallel und strahlig faserigen Aggregaten. Härte = 3,5—4; spec. Gewicht = 2,8—3 . . . . *Aragonit.*

b. Aus dem Zersetzungsproduct lässt sich durch Alkohol Bittersalz ziehen, welches beim Abdampfen krystallisirt . . . . (*Kohlensaure Magnesia-Kalkerde.*)

1) Schon mit Essigsäure aufbrausend, und mit Salzsäure rasch und stark, aber ungleichmässig aufbrausend. Derbe, poröse und löcherige Massen. Härte = 3—4,5; spec. Gewicht = 2,6 . . *Magnesiacalcit.*

2) Mit Essigsäure nicht und mit Salzsäure meist nur als Pulver langsam aufbrausend. Rhomboëder und körnig-krystallinische Massen. Härte = 3,5—4,5; spec. Gewicht = 2,45—2,95 . *Dolomit.*

B. In Schwefelsäure zersetzbar und auch ganz oder nur mit sehr geringem Rückstande lösbar:

a. In Schwefelsäure ganz lösbar, namentlich beim Erwärmen des Pulvers:

α. Die Lösung ist farblos, beim Verdampfen

krystallisirt aus ihr ein widerlich schmeckendes Salz in rhombischen Säulen und Nadeln.

1) Dieses Salz wird beim Glühen durch Kobaltsolution blassrosenroth. Das ursprüngliche Mineral ist farblos oder gelblich; Härte = 4—4,5; spec. Gewicht = 2,9—3,1 . . . *Bitterspath.*

2) Dieses Salz wird beim Glühen durch Kobaltsolution schön grün. — Das ursprüngliche Mineral farblos oder gelblich; spec. Gewicht = 4,1—4,5; Härte = 5 . . . . . . *Zinkspath.*

β. Die Lösung ist gefärbt und giebt beim Verdampfen Rhomboëder oder monoklinische oder triklinoëdrische dicke Tafeln.

1) Der Spath ist rosenroth, die Lösung blassröthlich. Härte = 3,5—4,5; spec. Gewicht = 3,3—3,6 . . . . *Manganspath.*

2) Der Spath ist gelb ins Graue oder Braune; die Lösung blassgrünlich; Härte = 3,5—4,5; spec. Gewicht = 3,7—3,9 . . . . . . *Eisenspath.*

3) Anhang: Das Carbonat ist grün oder blau; die Lösung blau. Härte = 3,5—4.

1) Das Carbonat ist grün; spec. Gewicht = 3,6—4 . . . . *Malachit.*

2) Das Carbonat ist blau: spec. Gewicht = 3,7—3,8 . . . . *Kupferlasur.*

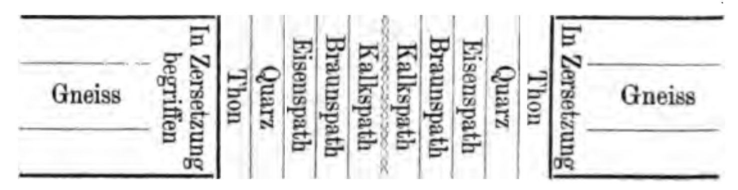
b. In Schwefelsäure löslich mit Hinterlassung eines Gypsrückstandes. Hierher gehört mancher Bitter-, Zink-, Mangan- und Eisenspath; auch der Ankerit, welcher 50 pCt. CaO, 32—35 FeO, 8—16 MgO und 3—5 pCt. MnO enthält, gelblich weiss bis licht gelblichgrau ist, und dessen Härte = 3,5—4, spec. Gewicht = 2,95—3,1 beträgt.

c. Bildungsweise und Associationen: Die hierher geh Carbonate sind wohl sämmtlich auf wässerigem Wege gebildete Mine da Glühhitze ihre Verbindung mit der Kohlensäure gradezu zerstör oben schon angedeutet worden ist. Sie entstehen noch unausgesetzt da, wo Silicate, welche alkalische Erden und Monoxyde der S metalle enthalten mit Kohlensäure haltigem Wasser in dauernde Ber kommen. Da indessen diese Silicate, unter denen vorzugsweise die spathe, Glimmer-, Hornblende- und Augitarten genannt zu werde dienen, in der Regel mehrere dieser durch Kohlensäure auslau

Basen zugleich besitzen, so entstehen auf diese Weise fast stets mehrere Carbonatspathe aus einem und demselben Silicate. Sind nun die so entstandenen Spathe alle gleich leicht in kohlensaurem Wasser löslich, so verbinden sie sich miteinander zu einem einzigen zusammengesetzten Carbonatspathe; besitzen sie aber eine verschieden starke Lösbarkeit, so entstehen aus ihnen verschiedene einfache Salze, welche sich bei der Verdampfung ihres Lösungswassers je nach ihrer leichteren oder schwereren Lösbarkeit zu verschiedenen Zeiten nach einander abscheiden und nun entweder lagenweise über einander absetzen, wenn ihre Lösung in einer gemeinschaftlichen Höhlung oder Grube angesammelt wird, oder an verschiedenen, oft weit von einander entfernten Orten ausscheiden, wenn ihr Lösungswasser seinen Ort verändern kann.

In allen diesen Verhältnissen liegt der Grund, dass die gewöhnlicheren Carbonatspathe, wie Eisen-, Mangan-, Kalk- und Dolomitspath, immer in einem gewissen Associationsverhältnisse zu einander stehen, welches sich nicht nur dadurch äussert, dass die Masse des einen Spathes gewöhnlich verunreinigt erscheint durch beigemengte Massetheile der anderen Spathe, sondern auch dadurch kund giebt, dass die hierher gehörigen Spathe so häufig zusammen an einem und demselben Lagerorte vorkommen. Indem nun aber weiter durch die Zersetzung der Carbonat liefernden Silicate stets auch die Kieselsäure, welche vorher mit den Basen dieser Spathe verbunden war, frei wird und dann sich ebenfalls in dem vorhandenen kohlensauren Wasser löst, so wird auch krystallinischer Quarz, wenigstens in denjenigen Bildungsorten, wo sich die obengenannten Spathe sämmtlich übereinander absetzen können, ein sehr gewöhnlicher Begleiter dieser Spathe sein. Alle diese Associationsverhältnisse kann man vorzugsweise schön entwickelt in den Gangspalten von denjenigen Gebirgsarten beobachten, welche eben durch ihre Zersetzung alle die genannten Spathe entwickeln, z. B. in den Gangspalten der Granite und Gneisse. Zugleich aber wird man neben den eben erwähnten Mineralien sehr häufig auch noch Thon und Flussspath und auch wohl Schwerspath in der Gesellschaft der Carbonatspathe bemerken. Bedenkt man, dass von den Carbonate liefernden Mineralien, wie z. B. Oligoklas, Labrador, Hornblende und Glimmer, manche, wie die Hornblende und ebengenannten Feldspathe, neben kieselsauren alkalischen Erden auch noch kieselsaure Thonerde enthalten, welche bei der Umwandlung und Auslaugung der alkalischen Bestandtheile als Thon übrig bleibt, und andere, wie z. B. die Glimmerarten, auch Fluor besitzen, welches sich bei dem Zersetzungsprocesse mit einem Theile der Kalkerde zu — in kohlensaurem Wasser löslichen — Flussspath verbindet, so wird man es leicht erklärlich finden, auf Gangspalten Thon und Flussspath in Gesellschaft von Quarz, Eisenspath, Braun- oder Dolomitspath und Kalkspath anzutreffen.

Da nun nach dem Obigen die in einer Flüssigkeit gelösten neralarten sich nach ihrer grösseren oder geringeren Lösbarkeit früher bald später je nach der stärkeren oder schwächeren Verd stung ihrer Lösungsflüssigkeit absetzen, so wird man z. B. in Ga spalten die obengenannten Mineralassociationen meistens in La übereinander treffen, in denen dann stets die untersten Lagen den schwerstlöslichen Mineralien bestehen, so dass man schon Allgemeinen aus der Reihenfolge dieser Lagen einen Schluss auf leichtere oder schwerere Löslichkeit der sie bildenden Mineralien kohlensaurem Wasser ziehen kann. So wird man unter den ol genannten Auslaugungsproducten in einer Gangspalte — z. B. Gneisses — stets folgende Uebereinanderlagerungsweise bemerken



Ausser diesen, durch gemeinschaftliche Abstammung aus einem demselben Mutterminerale entstandenen Associationen der Carbonatspa bemerkt man aber sehr häufig auch noch Erze der verschiedensten Art der Gesellschaft dieser Spathe, namentlich auf Gängen und untergeordnet Lagerstätten, welche höchst wahrscheinlich ebenfalls aus der Zersetzung derselben Mineralien entstanden sind, durch welche die Carbonatspathe zeugt wurden. Gehören nun diese Erze zu den Schwefelmetallen, so kö sie im Verlaufe der Zeit zu Umwandlungsmitteln jener Spathe werd denn wenn sie durch Anziehung von Sauerstoff zu in Wasser löslich schwefelsauren Salzen werden, so vermögen diese letzteren die Carbo spathe überall da, wo sie mit ihnen in Berührung kommen, in Sulfa umzuwandeln, während sie selbst nun durch die hierdurch fre werdende Kohlensäure zu unlöslichen Metallcarbonaten werden. den hierdurch entstandenen Sulfaten (Gyps, Schwerspath, Bittersalz und Metallcarbonaten (Eisenspath, Malachit, Kupferlasur, Blei carbonat, etc.) erhalten demnach die ursprünglichen Carbonatspathe abe mals eine grosse Reihe von neuen Associationsgenossen.

Nach allem eben Mitgetheilten besitzen demnach die Carbonatspathe einen mehrfachen Associationskreis, nämlich

1) unter sich selbst, indem
   a. die Masse des einen sich mit der Masse des anderen mischt, w durch nicht blos Uebergänge von einem zum andern, sondern zahlreiche selbstständige Mittelarten entstehen;

b. die einzelnen Arten und Abarten gewöhnlich miteinander vorkommen;

2) mit anderen Mineralarten und zwar:

a. mit denjenigen Mineralien, aus deren Zersetzung sie entstanden sind, also mit ihren Muttermineralien;

b. mit denjenigen Mineralien, welche mit ihnen zugleich aus denselben Muttermineralien entsprossen sind, also mit ihren Abstammungsverwandten;

c. mit denjenigen Mineralarten, welche

α. theils aus ihrer eigenen Umwandlung durch von aussen her auf sie einwirkende Agentien,

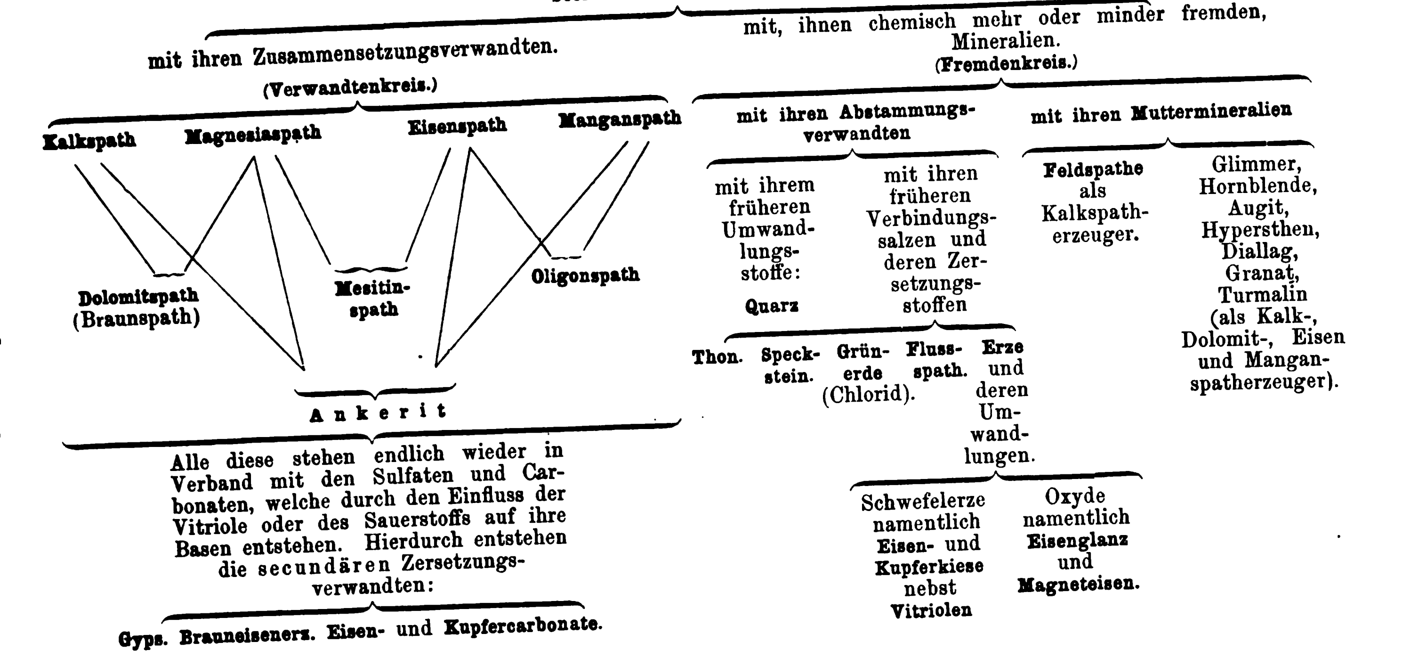
β. theils aus der Umwandlung ihrer Abstammungsverwandten,

γ. theils aus dem Einflusse der Umwandlungsstoffe von ihren Abstammungsverwandten auf sie

entstanden sind.

Stellt man alle diese Associationen nach ihren Beziehungen zu den einzelnen Carbonatspathen in eine Reihenfolge zusammen, so erhält man umstehendes Schema von Associationskreisen dieser Spathe (S. S. 340):

4) Geologische Bedeutung: Die Carbonatspathe, namentlich der Kalkspath, Dolomit und der Eisenglanz sind von hoher Bedeutung theils für den Stoffwechsel in den Erdrindebildungen theils für die Zusammensetzung der Erdrindemassen. In Beziehung auf den ersten dieser beiden Punkte ist hier zunächst zu erwähnen, dass sie wegen ihrer verhältnissmässig leichten Lösbarkeit in kohlen- oder humussaurem Wasser leicht vom Wasser aus ihren Lagerungsorten oder ihren mechanischen Verbindungen mit anderen Mineralien ausgelaugt und fortgefluthet werden können. Hierdurch bilden sie, wie früher schon bei dem Umwandlungsprocesse der Mineralien im Allgemeinen (Cap. I. §. 19) gezeigt worden ist, eins der Hauptmaterialien, durch welche zwar einerseits alle die schon bestehenden, Carbonat haltigen Felsarten — z. B. die Kalkgesteine und viele der Conglomerate, Sandsteine und Mergel — zerstört werden und Veranlassungen zu theilweisen Erdrindeeinstürzen oder Höhlenbildungen geben, andererseits aber die Gewässer der Erde die Mittel erhalten, wodurch sie theils die schon vorhandenen Lücken in der Erdrinde wieder ausfüllen, theils ganz neue Erdrindeablagerungen schaffen können. — Sodann aber ist in Beziehung auf den ersten Punkt noch darauf aufmerksam zu machen, dass durch die Lösungen der Carbonatspathe eine Menge neuer Mineralbildungen hervorgerufen werden; denn wo die Lösungen dieser Spathe, z. B. mit Sulfaten und Arseniaten der Schwermetalloxyde in Berührung kommen, da werden die Carbonatspathe in Sulfate, und Arseniate und die Schwermetalloxyde in Carbonate umgewandelt.



Bemerkung: Das Nähere über diese Associationen wird bei der speciellen Beschreibung des Kalk-, Dolomit- und Eisenspathes mitgetheilt.

In Beziehung auf den zweiten der obengenannten Punkte aber ist aran zu erinnern, dass die am meisten und häufigsten auftretenden Carbonatspathe nicht blos in einzelnen gemengten Felsarteu als wesentliche Bestandtheile anftreten, so z. B. in den Diabasiten, Mergeln und vielen Conglomeraten und Sandsteinen, sondern auch selbstständig theils unermessliche Gebirgsablagerungen, theils Gänge, Adern und untergeordnete ager in den verschiedensten Formationen zusammensetzen. Endlich darf ch nicht vergessen werden, dass namentlich der kohlensaure Kalk einerts ein fast nie fehlender Bestandtheil jeder fruchtbaren Erdkrume und unentbehrliches Nahrungsmittel der meisten Pflanzen und wohl aller ere ist.

Specielle Beschreibung der wichtigeren Arten.

§. 65. Der kohlensaure Kalk.

A. Calcit.

[Gemeiner kohlensaurer Kalk: Kalk; Kalkstein; Kalkspath; — Chaux carbonatée (Hauy); Calcaire Calcareous Spar. (Dana); Carbonate of Lime. (Phill.). Benennungen nach den verschiedenen Arten: Doppelspath; Marmor; Kalkstein; Kalktuff; Schaumkalk; Bergmilch; Rogenstein oder Oolith; Stalaktitenkalk; Sinterkalk; Mehlbatzen; Anthrakonit; Stinkkalk etc.)

a. Körperformen;

Krystallbildungen. Die dem rhomboëdrischen Systeme angehörenden Krystallgestalten des Calcites, von denen man über 100 verschiedene Combinationen kennt, lassen sich sämmtlich auf das Rhomboëder, seitige Prisma und Skalenoëder zurückführen:

') Die Grundform aller dieser Gestalten aber ist das Rhomboëder, von welchem indessen je nach der Länge seiner Hauptaxe über 30, von der flachen, fast linsenförmigen bis zur langgezogenen, fast nadelspitzigen Form abändernden, Varietäten vorkommen, unter denen jedoch diejenige Form, welche 105° 8′ an den Endkantenwinkeln zeigt, die gewöhnlichste ist. — Diese Grundform zeigt sich bald einfach ausgebildet, theils auch an den End- oder Polecken oder an den Mittelecken, theils an den End- oder Polkanten oder auch an den 6 im Zickzack auf- und absteigenden Mittelkanten, theils auch an allen diesen Theilen zugleich durch Flächen abgestumpft. Unter den hierdurch entstehenden zahlreichen Combinationen treten am meisten hervor:

1) Das Grundrhomboëder mit abgestumpften Polkanten (d. i. mit dem zweiten Rhomboëder);

2) das Rhomboëder mit abgestumpften Endecken (4 R . 0 R. nach Naum.);
3) ein sehr flaches, fast linsenförmiges Rhomboëder mit abgestumpften Mittelecken ($-\frac{1}{2}$ R . ∞R nach Naum.).

2) Das 6seitige Prisma (∞R), welches durch gerade Abstumpfung entweder der 6 Mittelecken oder der 6 zickzackigen Mittelkanten aus dem Rhomboëder entsteht, zeigt am meisten folgende Combinationen:
1) Ein 6seitiges Prisma, welches an seinem oberen und unteren Ende in eine flache 3seitige Pyramide ausgeht, deren Flächen 5kantig (pentagonal) sind (∞R . $-\frac{1}{2}$R).
2) Ein 6seitiges Prisma, welches oben und unten durch eine gerade 6kantige Fläche begrenzt wird (∞R . 0R nach Naumann).

3) Die Skalenoëder: doppelpyramidenähnliche Gestalten, deren Mittelkanten zickzackig auf- und absteigen, und von denen man — ähnlich wie beim Rhomboëder — je nach der Länge ihrer Hauptaxe über 80 verschiedene, bald stumpfere, bald spitzere, fast nadelförmige Varietäten kennt, kommen theils einfach vor, theils in Combinationen sowohl mit den Rhomboëdern, welche als Abstumpfungsflächen entweder auf den kürzeren oder auf den längeren oder auch auf beiderlei Polkanten zugleich auftreten, als auch mit den Prismen, durch welche die Mittelecke oder die zickzackig auf- und absteigenden Mittelkanten abgestumpft werden.

Endlich sind auch zahlreiche Zwillingskrystalle vorhanden, unter denen namentlich Zwillinge mit parallelen Axensystemen, und sehr systematischer Ausbildung häufig vorkommen. Bei dieser Art Zwillingsbildung, welche hauptsächlich bei den Skalenoëdern auftritt, erscheinen in der Regel die obere und untere Hälfte von zwei Skalenoëdern in der Ebene des Mittelquerschnittes mit einander verwachsen. Man hat aber auch Zwillinge mit geneigten Axensystemen, bei denen also die einzelnen Krystallindividuen so mit einander verbunden sind, dass ihre Hauptaxen unter irgend einem Winkel auf einander stossen. Diese letzte Art von Zwillingsbildungen findet man unter anderen oft an den Spaltungsstücken, welche man durch Zerschlagen des späthigen Calcites erhält.

Bemerkung: Es sind in dem Obigen nur die am häufigsten auftretenden Krystallformen erwähnt worden. Wer aber mehr über diese so interessanten Gestaltungsverhältnisse des Calcites erfahren will, der vergleiche unter anderen Werken Quenstedts Handbuch der Mineralogie S. 317 und ff.

Die verschiedenen Krystallgestalten des Calcites lassen indessen ausser den eben angedeuteten gesetz- und regelmässigen Abänderungen noch manche andere Bildungen wahrnehmen, welche theils auf eine periodische Fortwachsung dieser Krystalle theils auf Verschiebungen und Verdrückungen ihrer Theile hindeuten. In Beziehung auf die erste Veränderungsart sind

mentlich diejenigen Prismen, Skalenoëder und Rhomboëder zu erwähnen, lche mit einer oder mehreren Kalkspathschalen umschlossen sind, von nen jede nächst folgende zwar genau auf die nächst unterliegende passt, er von ihr theils durch äusserst zarte Ueberzüge von Eisenoxyd, Manganyd oder auch von Grünerde und Eisenkies, theils auch nur durch die uhe, angeätzte Oberfläche des unterliegenden Krystalls getrennt ist. Man at auf diese Weise Skalenoëder (von Ilmenau), welche aus 2–3 Skalenoëdern derselben Art bestehen, welche in einander eingeschachtelt und nur durch äusserst zarte, schwarzgraue Manganüberzüge, die auf der Oberfläche der einzelnen Krystallflächen liegen, getrennt erscheinen, so dass die ganzen Krystalle in Querschnitte schwarz und weiss gestreift sind. — Ebenso kennt man von der Grube Samson bei Andreasberg Beispiele, dass sich um einen mit rauhen Verwitterungsflächen versehenen Krystall ein neuer glänzender abgesetzt hat. — In der Sammlung des verstorbenen Bergrathes Zinken befand sich ein grosses Kalkspathrhomboëder, welches aus zwei in einander geschachtelten Rhomboëdern bestand, von denen das den Kern bildende auf drei Flächen mit einem schwarzgrün aussehenden Hauch von Grünerde überzogen war. Wenn irgend eine Erscheinung auf das periodische Fortwachsen der Krystalle hindeutet, so ist es gewiss die eben erwähnte; denn offenbar haben sich doch die einzelnen über einander liegenden Krystallhüllen erst nach Ablagerung des fremdartigen Ueberzuges auf den Flächen des unter ihnen liegenden Krystalles gebildet.

Durch dieses Fortwachsen lassen sich nun auch zum grossen Theile die oben erwähnten Verschiebungen und Missbildungen, welche man so häufig an den Krystallen des Calcites findet, erklären. Unter diesen Missbildungen treten namentlich die gestielten und nach oben zu bisweilen fast keulenförmigen Krystalle, so wie die mit abgerundeten Flächen umschlossenen, bald walzen-, bald knopfförmigen Gestalten hervor, welche unter dem Namen der Krähenaugen und des Kanonenspathes bekannt geworden sind.

Gruppirungen. Alle die bis jetzt erwähnten Krystallgestalten des Calcites kommen theils einzeln ein- oder aufgewachsen, theils in den mannichfaltigsten Gruppirungen unter einander verbunden vor.

In der Regel bildet dann ein einzelner Urkrystall den Concentrationspunkt, an, auf oder um welchen sich die übrigen abgesetzt haben. Die so ch unter einander gruppirenden Krystalle haben dann gewöhnlich einerlei ormen und erscheinen so mit einander verbunden, dass entweder die auptaxen der einzelnen alle in ein und dieselbe Linie fallen (so bei r reihen- und säulenförmigen Gruppirung), oder dass die Hauptxen der angesetzten Krystalle die Hauptaxe des Centralkrystalles unter gend einem Winkel schneiden (so bei der büschel-, garben-, stauden-, setten- und sternförmigen Gruppirung).

Sehr oft aber zeigen sich auch die einzelnen Krystalle um einen fremdartigen Mittelpunkt strahlig- und büschelförmig abgesetzt. Häufig endlich finden sich auch namentlich die Rhomboëder parallel so mit einander verbunden, dass jedes nächstfolgende auf einer Kante des unterliegenden sitzt, wodurch die Treppengruppen erzeugt werden. Weit seltener dagegen bemerkt man Prismen so mit einander verwachsen, dass ihre Hauptaxen parallel zu einander stehen und auf diese Weise Säulenbündel darstellen.

Krystallinische Aggregationen. Die Rhomboëder und Prismen des Calcites bilden häufig mehr oder wenig mit einander verwachsene weit ausgedehnte Massen, welche bald in der Form von Platten, die sich in einzelne Rhomboëder (so beim späthigen Calcit), oder in Stengel und Fasern (so beim Faser- oder Stangenkalk) oder auch in dünne Schalen zerspalten lassen (so beim Schalenkalk). Ausserdem stellen sie auch körnig krystallinische, rindenförmige oder drusige und stalaktitische, endlich auch kugelförmige Aggregate theils mit rhomboëdrischem, theils mit strahlig faserigem Gefüge dar.

Pseudomorphosen. Man hat den krystallisirten Calcit auch in den Krystallformen des Aragonites, Gypses (als sogen. Schaumkalk), Gaylussites, Apophyllites (z. B. im Phonolith zu Marienberg bei Aussig und bei Schreckenstein in Böhmen) des Feldspathes (bei Ilmenau, in der Grube Teufelsgrund im Münsterthale Badens), Granates (bei Woldawa im Banat), Augites (im Augitporphyr von Pozza in Tyrol), des Fluorites und Barytes (bei Przibram gefunden (vgl. Blum II. und III. Nachtrag). Wie bei der Umwandlung des Calcites gezeigt werden soll, sind dies wegen der leichten Löslichkeit des Calcites seltene Erscheinungen. Weit häufiger finden sich andere Mineralien in Verdrängungs- oder Ueberzugs-Pseudomorphosen nach den Krystallformen des Calcites. So kennt man nach Blume Pseudomorphosen des Gypses, Bitterspathes, Quarzes, Eisenspathes, Malachites, Flussspathes, Zinkspathes, Kieselzinkspathes, Pyrolusites, Hausmannites, Manganites, Eisenoxydes, Brauneisensteins und Eisenkieses nach Kalkspath. Wie diese Pseudomorphosen entstanden sind, wird später gezeigt werden. — Endlich bilden noch seine Rhomboëderaggregate sehr häufig das Versteinerungsmittel der Echinitenstacheln, Crinoiden, Korallen, Belemniten, Ammoniten und anderer Conchylien.

Unregelmässige Körperbildungen. Neben seinen Krystallen und krystallinischen Aggregaten bildet der Calcit auch derbe Massen mit porösem, zucker- oder kugelförmigem (oolithischem), dichtem oder erdigem Gefüge, welche theils mächtige Gebirgszüge zusammensetzen, theils als Ausfüllungsmittel von Klüften und Höhlungen der Erdrinde auftreten.

b. Physicalische und chemische Eigenschaften. Der krystallisirte Calcit ist sehr leicht und vollkommen spaltbar nach seinen Rhomboëderflächen, weshalb man auch seinen muscheligen Bruch nur selten

ıhr wird; der derbe, körnige und dichte Calcit aber zeigt beim Zer-
ıgen einen mehr oder minder deutlichen muscheligen, oft ins Splitterige
Erdige ziehenden Bruch. Der Zusammenhalt ist spröde; Härte = 3
der Kreide und manchem Tuff = 1—2); spec. Gewicht = 2,6—2,8. —
krystallisirte Kalkspath erscheint oft ganz farblos, durchsichtig und
glänzend oder auf den — mit den Mittelaxen parallel ziehenden —
tungsflächen perlmutterglänzend, bisweilen aber auch matt; dabei zeigt
usgezeichnet deutliche doppelte Strahlenbrechung (daher Doppelspath
nnt.) Noch häufiger aber erscheint er eben so wie der derbe Calcit
s oder durch beigemengte Metalloxyde oder Metallsalze auf die mannich-
ste Weise roth, gelb, blau, grün, braun oder auch schwarz (namentlich
h Bitumen) gefleckt, geadert, gestreift oder auch eintönig gefärbt und
ı gewöhnlich durchscheinend bis undurchsichtig, fettig glasglänzend bis
t. — Vor dem Löthrohre erhitzt ist er unschmelzbar, verliert aber
r starkem Leuchten seine Kohlensäure und wird zu Aetzkalk. Als
es Pulver auf Platinblech in der Spiritusflamme geglüht, bildet er da-
en (nach v. Zehmen) eine etwas zusammenhängende Masse. — In reinem
sser ist er unlöslich; in Kohlensäure und Quellsäure haltigem Wasser
r oder auch in einer Lösung von humussaurem Ammoniak löst er sich
erändert zumal als Pulver allmählig auf. In Essig-, Salz- und Salpeter-
re aber löst er sich selbst in Stücken unter starkschäumender Ent-
chung seiner Kohlensäure auf; durch Schwefelsäure dagegen wird er
nfalls unter Austreibung seiner Kohlensäure in Gyps umgewandelt, aber
ıt aufgelöst.

c. Chemischer Bestand. Der chemisch reine krystallisirte Calcit
eht aus 44,00 Kohlensäure und 56,00 Kalkerde, was der Formel
),CO^2 entspricht. So rein aber findet er sich nur selten. Sehr gewöhn-
enthält er grössere oder kleinere Mengen von einem oder mehreren der
ı isomorph verwandten Carbonate der Magnesia, des Eisenoxyduls, Man-
ıoxyduls oder Zinkoxydes; ausserdem hat man auch noch bisweilen
selsäure in ihm gefunden. In der Masse der verschiedenen Abarten
derben Kalksteines treten dann sehr häufig zu den eben angegebenen
mischen Beimischungen noch mechanische Verunreinigungen von pul-
iger Kieselsäure, Thon, Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Manganoxydhydrat,
umen etc. Folgende Analysen werden diese Angaben bestätigen:

a. Analysen von Kalkspath.

	Doppelspath von Island nach Stromeyer.	Grünlicher K. aus dem Basalt bei Münden nach Ahrend.	K. aus dem Galmey vom Altenberg nach Monheim.	K. von Sparta in New-Jersey nach Jensch.
Kohlensäure	43,70	43,92	43,05	40,77
Kalkerde	56,15	53,79	50,26	48,75
Magnesia	—	0,18	—	0,92
Eisenoxydul	—	2,19	5,11	0,38
Manganoxydul	—	0,50	0,42	6,83
Zinkoxyd	—	—	0,65	0,38
Kieselsäure	—	—	0,18	—
Wasser	—	—	—	0,32
Eisen- u. Manganoxyd	0,15	—	—	—
	100	100,58	99,67	98,35

b. Analysen von derbem Kalkstein.

	Marmor v. Carara n. Berthier.	Jurakalk v. St. Jaques n. Berthier.	Bergkalk v. Tifeshire n. Robertson.	Kalktuff von Nemours n. Berthier.
Kohlensäure	43,2	43,0	42,30	43,8
Kalkerde	55,4	54,6	51,60	54,8
Magnesia	0,4	0,6	0,92	0,9
Thon u. Quarz	Qu. 1,0	1,5	2,76 SiO^3 / 1,80 Al^2O^3	1,0
Eisenoxyd	—	—	0,35	
Kohle u. Bitumen	—	—	0,39	
Wasser	—	—	1,63	

d. Abarten des Calcites: Theils durch die eben genannten chemischen oder mechanischen Beimischungen, theils durch die verschiedenen Arten des Gefüges werden eine grosse Zahl von Abänderungen des Calcites hervorgebracht. Die wichtigsten derselben sind folgende:

A. Durch Aggregation oder Gefüge erzeugte Abarten:

1) Kalkspath oder krystallisirter Calcit in den oben angegebenen Krystallformen.

2) Späthiger Kalk, eine Aggregation von Kalkspathrhomboëdern, welche in der Regel so mit einander verbunden sind, dass ihr Aggregat Platten oft von gewaltigen Dimensionen bildet, die sich aber stets in Rhomboëder zerschlagen lassen. Versteinte Crinoidenstiele und Echinitenstacheln zeigen die einzelnen Rhomboëder oft so äusserst

regelmässig an einander gereiht, dass ihre Aggregation dem Blätterbruche nach einem einzigen Kalkspathrhomboëder gleichkommt.

3) Fasercalcit mit grob- bis zartfaserigem Gefüge; bisweilen concentrisch strahlig und dann an den Aragonit erinnernd. Mehr oder weniger durchscheinend.

4) Rhomboëdrischblättriger Calcit (Kalksinter, Tropfstein, Stalaktitenkalk), ein gross- bis kleinblättriges Aggregat von mehr oder weniger ausgebildeten rhomboëdrischen Tafeln; oft aus concentrischen Schalen bestehend. Im Bruche perlmutterglänzend. Das gewöhnliche Material der Stalaktiten, Stalagmiten und Kalksinter der Höhlen.

5) Körnigkrystallinischer Kalkstein (zuckerkörniger K., Marmor, Statuenmarmor), mit körnig oder blättrig krystallinischem Gefüge, dem Zucker ähnlich; bisweilen so feinkörnig, dass sein Gefüge sich dem dichten nähert; glasglänzend bis schimmernd.

6) Sphäroidischer Calcit (Rogenstein oder Oolith; Erbsenstein oder Pisolith). [Vgl. hierzu den Anhang zu den Abarten des kohlensauren Kalkes.]

7) Dichter Kalkstein: Dicht mit feinerdigem oder splitterigem, im Grossen flachmuscheligem Bruche; matt oder wenig schimmernd; einfarbig oder bunt gefleckt, geadert, gewölkt oder auch gestreift (und dann gewöhnlich auch Marmor genannt). Sehr oft verunreinigt durch Thon, Eisen- und Manganoxyde, Kobalt- und Nickelblüthe, Malachit, Bitumen etc. Ganze Gebirgsmassen in den verschiedenen Formationen bildend.

8) Poröser oder röhriger Kalk (Kalktuff, Tuffstein, Travertin): Dicht, erdig, voller Poren, oft auch von zahlreichen Röhren, welche meist von ausgefaulten Pflanzenstengeln herrühren, durchzogen. Mit unebenem, erdigen Bruche. Rauh anzufühlen. Vermöge seiner Porosität Wasser ansaugend, so lange er in der Erdrinde lagert, und in Folge davon weich bis breiig; an der Luft aber rasch alles angesogene Wasser freigebend, fest und hart werdend und seine Feuchtigkeitsanziehung verlierend. (Vgl. weiter hinten bei den Umwandlungen des Calcites). Als Absatz von Quellen und Bächen oft mächtige Lager bildend.

9) Erdiger Kalkstein (Kreide): Erdig; matt; sehr weich, abfärbend. Oft nur ein Aggregat von mikroskopischen Thier- und Pflanzenresten. Grosse Gebirgsablagerungen bildend. — (Hierher auch die Montmilch, Bergguhr, Bergmehl.)

B. Durch Beimischungen erzeugte Abarten.

a. Durch chemische Beimischung von Carbonaten meist mit isomorphen Basen:

10) Predazzit Petzholdt's, ein weisser körniger Kalkstein, welcher bis 35 pCt. Magnesiahydrat beigemischt erhält.

11) Plumbocalcit Johnston's, ein Kalkspath, welcher 92,2 kohlensauren Kalk und 7,8 kohlensaures Bleioxyd enthält und in Folge seines Bleigehaltes ein höheres spez. Gewicht (= 2,824) besitzt. Er findet sich zu Wenlockhead in Schottland.

12) Neotyp Breithaupt's, ein Baryterde haltiger Kalkspath, dessen spez. Gew. in Folge seiner Baryterde = 2,82—2,83 ist.

13) Strontiancalcit, Kalkspath, welcher Strontianerde enthält.

14) Kalkspath, welcher ein bis mehrere pCt. Eisen-, Mangan- oder Zinkspath beigemischt enthält, kommt oft vor.

b. Durch Beimengung von fremdartigen Stoffen.

15) Siderokonit Hausm., Kalkstein mit mehreren Procenten innig beigemengten Eisenoxydhydrats; ockergelb, beim Erhitzen licht-roth werdend. In verdünnter Salpetersäure unter Ausscheidung von Eisenocker löslich. (Zu ihm gehört der Marmor Numidicum der Römer und der Marmo giallo antico der Künstler.)

16) Hämatokonit Hausm., Kalkstein mit innig beigemengtem Eisenoxyd; kirsch- bis braunroth. In verdünnter Salpetersäure mit Abscheidung von Eisenoxyd löslich. (Zu ihm gehört der Marmo rosso antico der Künstler.)

17) Kieselkalk (Flintkalk, Saugkalk, Conit, Tripelkalkstein), ein mehrere Procente innig beigemischter Kieselsäure haltiger Kalkstein: sandstein- oder tuffähnlich, mit körnigem bis erdigem Gefüge; im Bruch erdig; matt; rauh anzufühlen und oft zerreiblich. Wenig oder nicht an den Lippen klebend. Weiss ins Gelbliche oder Grauliche. — Wasser schnell und unter Ausstossen von Luftblasen einsaugend. Ein gutes Putzpulver für Metalle. — In verdünnter Salzsäure schnell oder langsam unter Aufbrausen mit Hinterlassung von pulveriger oder schleimiger Kieselsäure löslich. Hauptsächlich in der Kreideformation und zwar am meisten in der Umgebung der Feuersteinknollen; aber auch oft auf dem Grunde von Wiesenmooren und dann zum Theil wenigstens dem Wiesenmergel und Alm angehörig. Ausser diesem sogenannten Kieselkalk findet man aber da, wo vulcanische Gebirgsarten — z. B. Basalt — die Massen des kohlensauren Kalkes durchbrochen und geglüht haben, in der nächsten Umgebung dieser Gesteine den Kalkstein auf kleinere oder grössere Strecken hin ganz oder theilweise seiner Kohlensäure beraubt und dafür mit Kieselsäure

versehen. Dieser eigentliche Kieselkalk besteht aus einem Gemische von kieselsaurem und kohlensaurem Kalk, braust wenig oder nicht mit Salzsäure, löst sich aber in derselben unter Abscheidung von schleimiger Kieselsäure auf, hat eine Härte = 4—5,5, funkt auch wohl am Stahle und besitzt einen splitterigen Bruch. Er sieht oft dem Flint nicht unähnlich und findet sich z. B. bei Hörsel unweit Eisenach in der nächsten Umgebung eines Basaltganges, kommt aber auch in der Nähe von Graniten und Porphyren vor und ist jedenfalls durch den Einfluss dieser Gesteine auf kohlensauren Kalk entstanden. Endlich ist aber auch noch zu bemerken, dass wohl die meisten dichten Flötzkalksteine irgend eine Quantität amorpher Kieselsäure enthalten. Am meisten erscheint dies bei den Kalksteinen der jüngeren Formationen — z. B. der Kreidegruppe — der Fall zu sein.

18) Sandkalkstein, ein Kalkstein innig untermengt mit feinen Quarzkörnern und den Uebergang zu den Sandsteinen bildend. Hierher gehört namentlich der krystallisirte Sandstein (Chaux carbonatée quarzifère Hauy) von Fontainebleau, ein in Rhomboëdern krystallisirender, mit Quarzsand untermischter Kalkspath, in welchem nach Sage auf $\frac{1}{3}$ Kalkspath wohl $\frac{2}{3}$ Quarzsand kommen. Kommt auch zu Cappenberg bei Lünen an der Lippe vor.

19) Thonkalksteine. Wohl die meisten dichten Kalksteine enthalten irgend einen Gehalt von Thon innig beigemischt, riechen dann beim Anhauchen etwas thonig und hinterlassen bei der Behandlung mit Salzsäure einen mehr oder weniger starken Rückstand von Thon und bisweilen auch von Sand. So lange diese Beimischung höchstens 20 pCt. beträgt, rechnet man die so beschaffenen Minerale zu den Thonkalksteinen oder Mergelkalken; beträgt sie aber 20—80 pCt., dann nennt man das Gemisch Mergel. Sowohl der Mergelkalk wie der Mergel aber sind oft verunreinigt theils durch kohlensaure Magnesia (dolomitische Mergel), theils durch Eisen- oder Manganoxydhydrat und ockergelb, lederbraun, braunroth oder rauchbraun (eisenschüssige Mergel), theils durch kohlige oder bituminöse Substanzen (bituminöse Mergel und Stinkmergel), theils endlich auch durch beigemengten Sand (Grobkalk und Sandmergel). Im Besonderen ist über diese beiden Abarten des thonigen Kalksteines, welche streng genommen nicht hierher, sondern in die Felsartenkunde gehören, Folgendes zu bemerken:

α. Der Mergelkalk: Inniges, aber nicht immer gleichmässiges, Gemenge von kohlensaurem Kalk mit höchstens 20 pCt. Thon, oft auch mit kohlensaurem Eisen- oder Manganoxydul; mit unebenem, im Grossen flachmuscheligen Bruche; matt; gewöhnlich weissgrau; Härte 2,5—3. Vor dem Löthrohre etwas schmelzend. — In allen

Kalksteinformationen auftretend, namentlich aber in der Muschelkalk- und Juraformation.

β. Der Mergel: Inniges und gleichmässiges Gemenge von kohlensaurem Kalk mit 20—80 pCt. Thon, oft aber auch mehr oder weniger kohlensaure Magnesia, kohlensaures Eisen- oder Manganoxydul oder statt deren Eisen- und Manganoxyd, auch Sand oder Bitumen enthaltend und hiernach sehr verschieden gefärbt und von verschiedener Textur, Härte und Gewicht. — Im Bruche meist erdig, seltener muschelig; matt; Härte = 2,5—4. — Je nach seinen Beimengungen unterscheidet man namentlich:

1) Kalkmergel mit 20—25 pCt. Thon, braust stark mit Säuren und hinterlässt einen kleinen thonigen Rückstand. Zu ihm gehört theilweise der lithographische Kalkschiefer.
2) Thonmergel mit 25—80 pCt. Thon, braust um so schwächer und langsamer, je mehr er Thon enthält; oft durch Eisenoxyd ockergelb oder rothbraun gefärbt; an der feuchten Luft allmählig in ein loses Haufwerk von scharfkantigen Stückchen und Blättchen zerfallend.
3) Dolomitischer Mergel mit 5—30 pCt. kohlensaurer Magnesia; mit Säuren nur langsam und schwach brausend. Härter und schwerer als die übrigen Mergel.
4) Sandmergel, ein mit feinerem und gröberem Quarzsand untermischter Mergel.
5) Bituminöser Mergel (Mergelschiefer), ein mit kohligen und bituminösen Stoffen gemengter und durch sie schwarz gefärbter und schiefrig abgesonderter Mergel. Oft mit zahlreichen Petrefacten, namentlich mit Fisch- und Pflanzenabdrücken. — Beim Brennen bituminös riechend und sich weiss oder röthlich braun färbend. — In der Zechstein- und Liasformation mächtige Lager bildend.

Eine besondere Erwähnung verdienen unter den Mergelvarietäten die sogenannten Imatrasteine Finnlands (Niagarasteine in Amerika, Marlekor Schwedens, Denderasteine Aegyptens) und der Florentiner Ruinenmarmor. Jene sind mehr oder minder regelmässige, kugel-, linsen- oder nierenförmige Mergelconcretionen, welche äusserlich oft durch wulstige oder wellige Erhöhungen einige Aehnlichkeit mit Petrefacten erhalten. Der Florentiner Ruinenmarmor dagegen kommt hauptsächlich in den tertiären Ablagerungen des Arnothales vor und besteht aus grösseren und kleineren Mergelnieren, welche von zarten Kalkspathstreifen durchzogen werden und kohlensaures Eisenoxydul enthalten, durch dessen Oxydation zu Eisenoxydhydrat braune, felsen- und ruinenähnliche, durc

jene Kalkspathstreifen scharf abgegrenzte, Zeichnungen in seiner Masse entstehen.

20) Stinkkalk (Saustein, Lucullan, Swinestone, Stinkstone), ein dichter oder poröser, fester bis zerreiblicher, im Bruche splitteriger, rauchgrauer, brauner oder schwärzlicher Kalkstein, welcher so viel Bitumen (Steinöl und Schwefelleber) enthält, dass er beim Reiben oder Erhitzen einen hässlichen Schwefelwasserstoffgeruch entwickelt, beim Glühen einen Steinöl ähnlichen Dampf ausstösst und weiss wird, beim Lösen in Salzsäure aber einen braunen, bituminösen Schaum giebt. Er bildet in mehreren Formationen, namentlich in der Zechsteinformation, beträchtliche Ablagerungen.

Ihm nahe verwandt ist der Anthrakonit (Matreporstein, Marmor Luculleum, Plin.; Nero antico; marbre noir), ein von feinzertheilter Kohle durchdrungener und durch sie schwarz gefärbter Kalkstein, welcher beim Lösen in Säuren einen Rückstand von Kohle lässt. Er bildet Lager im Gebiete des Uebergangsgebirges — z. B. bei Blansko und auch am Harze.

Bemerkung. Ueber die aus den Auflösungen des Calcites entstehenden Kalkgebilde — Stalaktiten, Stalagmiten, Kalksinter, Rogensinter, Sinternester etc. — vergleiche weiter unten die „Umwandlungen des kohlensauren Kalkes." — Die Beschreibung dieser Umwandlungen kann aber erst nach der Betrachtung des Aragonites folgen, da Calcit wie Aragonit ein und dieselben Umwandlungsweisen und Associationsverhältnisse zeigen und auch aus einer und derselben Lösung entstehen können.

B. Aragonit.

[Arragonit, Hauy; von Werner Arragon genannt, weil er die ersten Krystalle desselben aus dem Gypse und den rothen Mergeln von Aragonien am Südabhange der Pyrenäen erhielt; Arragonischer Apatit; Faserkalk; Iglit; Chimborazit; Eisenblüthe; Erbsenstein; Sprudelstein; Schaumkalk; prismatisches Kalk-Haloid n. Mohs; Aragonite Beud.; Aragonite n. Phill. u. Dana.]

a. Körperformen: Zum rhombischen (orthorhombischen) Krystallsysteme gehörige Formen, unter denen lange oder kurze, durch eine rhombische Pyramide zugespitzte, in der Regel zu Zwillingen verbundene Säulen oder auch sehr in die Länge gezogene, spitze, nadel- oder spiessförmige, bald prismatische, bald mehr pyramidale Gestalten vorherrschen. Einfache Krystalle sind äusserst selten; die Zwillinge aber liegen umgekehrt gegen einander und sind dann oft reihenweise an einander gelegt; auch Drillinge (z. B. bei Bilin in Böhmen) und Vierlinge (z. B. von Leogang in Salzburg) kommen nicht selten vor. Die Krystalle erscheinen entweder eingewachsen oder in Drusen aufgewachsen, aber noch häufiger zu stänglichen

oder faserigen Aggregaten verbunden, in denen die einzelnen Fasern entweder parallel neben einander liegen, so dass ihre Verbindungen plattenförmige Massen bilden, oder strahlig um einen Mittelpunkt vereinigt sind, so dass ihre Aggregationen theils Kugeln, theils polster-, nieren- und traubenförmige oder stalaktitische, theils moos-, wurzel-, geweih- oder korallenähnliche Gestalten darstellen. Bei den strahlig faserigen Aggregaten ist dann sehr oft auch noch eine concentrisch schalige Verbindung der einzelnen Aggregatmassen zu bemerken. Die wichtigsten und interessantesten unter diesen Aggregationsformen sind namentlich folgende:

1) Platten und Säulenstämme mit parallelstänglicher Structur, welche namentlich aus Seitenklüften von Höhlenwänden wie versteinte Wasserfälle hervorquellen und häufig gelb, wellig quer gestreift sind.
2) Skalaktitenformen, theils parallelstänglich, theils strahlig faserig und dann meist auch concentrisch schalig.
3) Nierenförmige und rindenartige Polster, welche aus dicht aneinander gedrängten Halbkugeln mit strahlig faserigem und häufig auch concentrisch schaligem Gefüge bestehen und gewöhnlich an der Mündung sich kreuzender Höhlenklüfte sitzen.
4) Kugeln, welche in der Regel aus concentrischen, strahlig faserigen Schalen bestehen, die sich um ein im Mittelpunkte liegendes Steinkörnchen oder Thierrestchen abgesetzt haben und hirsen- bis haselnussgross sind. — Durch ein kalkiges oder auch wohl eisenoxydisches Bindemittel unter einander verkittet bilden sie die Erbsensteine oder Pisolithe des Karlsbader Sprudelsteins und manche Rogenstein- oder Oolithablagerungen im Gebiete des Jurakalkes. (Vgl. hierzu weiter hinten den Anhang zu den Abarten des kohlensauren Kalkes.) Häufig aber finden sie sich auch auf der Sohle von alten verlassenen Erzstollen im Kalkgebirge (z. B. im Zechsteingebiete am Thüringer Walde), wenn dieselbe mit Erd- oder sandigem Steinschutte dick bedeckt ist, und erscheinen theils durch ein Calcitbindemittel unter einander verkittet, so dass sie eine Art Oolith oder Pisolith bilden, theils zu 10—20 beisammen lose in becken- oder beutelförmigen, aus Calcit gebildeten Schalen (sogenannten Sinternestern). Diese, je nach der Gestalt des von ihnen umhüllten Steinchens bald vollständig kugeligen, bald ei- oder bohnenförmigen Aggregate haben in der Regel eine wie Emaille glänzende Oberfläche und sind entweder weiss oder rosenroth oder auch grünlich. In den alten Kobaltstollen von Riechelsdorf in Churhessen finden sie sich von ausgezeichneter Schönheit. (Vergl. hierzu meine Abhandlung: „Die Wanderungen und Wandelungen des kohlensauren Kalkes“ in

der Zeitschr. der deut. geol. Gesellschaft 1861. S. 302--310, wo die Sinternester ausführlich beschrieben sind.)

5) Korallen- oder Wurzelformen (Eisenblüthe z. Th.): Schneeweisse, bald vielästigen, mit Knospenauswüchsen bedeckten Korallenstöcken oder Wurzelbüscheln, bald zackigen Geweihen, bald auch lockig gewundenen, Moospolstern ähnliche, Aragonitaggregate, welche in der Regel gemeinschaftlich auf einem parallelfaserigen Aragonitpolster sitzen. Die einzelnen Individuen derselben, sei es Stängel, Kölbchen oder Knospen, bestehen aus mikroskopisch kleinen, dicht zusammengedrängten, farblosen, durchsichtigen, glasglänzenden Nädelchen, welche entweder parallel oder noch häufiger zu strahlig auseinander gehenden Nadeltrichtern so mit einander verbunden sind, dass die einzelnen dieser Trichter in und auf einander stecken und auf diese Weise einem mikroskopisch kleinen Glasfederbusche nicht unähnlich sehen. Da diese schönen Aragonitaggregate am häufigsten in Klüften und Höhlungen von Eisenspath (am schönsten auf den sogenannten „Schatzkammern" des kolossalen Eisenspathstockes am Erzberge bei Eisenerz in Steyermark) vorkommen und, wie wir später sehen werden, aus dem Kalkgehalte des Eisenerzes entstehen, so hat man sie Eisenblüthe genannt.

Bemerkung. Nicht unerwähnt darf hier bleiben, dass G. Rose (nach Blum im III. Nachtr. S. 46) auch Pseudomorphosen von Aragonit nach Gyps beobachtet hat.

b. Physikalische und chemische Eigenschaften. Die einzel-n Krystalle erscheinen in der Richtung der kürzeren Nebenaxe, aber auch i der Richtung des Prismas mehr oder minder deutlich spaltbar. Der ruch ist muschelig bis uneben; die Härte = 3,5—4 (also stärker als beim alcit); das spec. Gewicht = 2,9—3 (also grösser als beim Calcit). arblos, weiss, oft weingelb bis ockergelb (von Eisenoxydhydrat), rothbrau 'on Eisenoxyd), pfirsichblüth- bis rosenroth (von Kobaltblüthe), grün (von lickelblüthe oder Malachit), braun oder violett (von Bitumen). Glasglanz, isweilen fettig. Durchsichtig, bis an den Kanten durchscheinend. Im ölbchen erhitzt schwillt er an, berstet und zerfällt zu einem weissen, örnigen oder nadeligen Pulver, welches auf Platinblech erhitzt die Weineistflamme carminroth färbt, wenn der Aragonit Strontian enthält; auf r Kohle erhitzt wird er zu Aetzkalk. — In Salz- und Salpetersäure löst sich leicht unter Aufbrausen; mit Schwefelsäure giebt er Gyps.

c. Chemischer Gehalt: Er besteht, wie der Calcit, aus kohlenurem Kalk (CO^2, CaO); enthält aber ausserdem oft 1—3 pCt. kohlenuren Strontian; bei Tarnowitz zeigen sich auch 2—3 pCt. kohlensaures eioxyd in ihm. Ausserdem hat Jenzsch in vielen Aragoniten auch Fluor funden. Mehr als mechanische Beimengungen von ihm müssen die schon

oben erwähnten Färbungsmittel: Eisen-, Kobalt-, Nickel-, Kupferoxyd, Arsensäure und Bitumen gelten.

Anhang zu den Abarten des kohlensauren Kalkes. Unter den Abarten des Calcites und Aragonites sind zwar schon die Pisolithe, Oolithe und Rogensteine erwähnt worden. Diese merkwürdigen Kalkgebilde spielen aber eine so grosse Rolle unter den Ablagerungsmassen der verschiedenen Erdrindeformationen, dass sie noch einer näheren Beschreibung werth sind, zumal da sie an den obengenannten Orten getrennt von einander aufgeführt werden mussten, obgleich sie gar oft, — ähnlich manchen Stalaktiten — als Mengungs-Concretionen von Calcit und Aragonit zu betrachten sind.

Alle diese merkwürdigen sphäroïdischen Kalkconcretionen, welche Geheimrath von Braun zu Gotha in seinen „Beiträgen zur näheren Kenntniss der sphäroïdischen Concretionen des kohlensauren Kalkes" (Halle 1864) einer sehr sorgfältigen Untersuchung unterworfen hat, stellen sich im Allgemeinen als hirsekorn- bis höchstens haselnussgrosse, rundliche, eiförmige oder auch wohl abgerundet polyëdrische, theils lose theils durch ein Bindemittel verkittete, Concretionen dar, welche entweder aus reinem oder aus — durch Beimengungen von Eisenoxyd, Bitumen, Thon oder auch Kieselsäure — verunreinigtem kohlensauren Kalk bestehen. Je nach der Structur ihrer einzelnen Sphäroide nun kann man von den sämmtlichen hierher gehörigen Formenbildungen unterscheiden:

a. Sphäroide, welche ein concentrisch schaliges Gefüge und in ihrem Mittelpunkte einen Kern besitzen, um welchen herum sich die einzelnen Schalen abgesetzt haben. Zu ihnen gehören die eigentlichen Pisolithe und Oolithe. Diese können nun aber wieder sein:
   1) aragonitisch, wenn ihre einzelnen Schalen ein faseriges Gefüge haben;
   2) calcitisch, wenn ihre einzelnen Schalen ein dichtes oder mikrokörnig krystallinisches Gefüge haben;
   3) aragonitisch-calcitisch, wenn ihre einzelnen Schalen abwechselnd faserig und dicht sind, wie man dies bisweilen an den sogenannten Sintereiern in alten Stollen sieht.

b. Sphäroide, welche aus excentrisch strahligen Aragonitfasern bestehen, die sich um einen fremdartigen Kern herum abgesetzt haben, aber keine concentrischen Schalen zeigen.

c. Sphäroide, welche in ihrer ganzen Masse aus dichtem Kalk bestehen und weder concentrische Schalen oder Fasern noch einen fremdartigen Kern bemerken lassen. Zu ihnen gehören die eigentlichen Rogensteine.

Nach dieser Unterscheidung haben demnach die Piso- und Oolithe ein anderes Gefüge, als die eigentlichen Rogensteine; sie haben aber auch, wie bei den Wandelungen des kohlensauren Kalkes noch weiter gezeigt werden soll, jedenfalls eine andere Entstehungsweise: Piso- und Oolithe sind Niederschläge oder Ausscheidungen von Gewässern, welche doppeltkohlensauren Kalk gelöst enthielten; Rogensteine dagegen sind nur Schlämm- oder Rollproducte von Kalkbrei oder Kalksand.

1) Die Pisolithe oder Erbsensteine, wie sie ehedem der Karlsbader Sprudel absetzte, haben gewöhnlich die Grösse von Erbsen, selten die Grösse von Haseln und sind ausgezeichnet durch ihr vollkommen entwickeltes concentrisch schaliges und strahlig faseriges Gefüge, wodurch sie sich als Aragonite kennzeichnen. Alle schliessen einen fremdartigen — (gewöhnlich aus kleinen Granittrümmern z. B. aus Quarz oder Feldspath bestehenden) — Kern ein und bestehen entweder aus reinem, weissen Kalk oder aus einem Gemenge von Kalkcarbonat, Kalkphosphat, Fluorit und etwas Eisenoxydhydrat, (welches sich aber wahrscheinlich erst bei der Ausscheidung der Pisolithmasse aus Eisenoxydulcarbonat entwickelt), und sind dann entweder schalenweise oder auch ganz ockergelb gefärbt. In der Regel sind sie durch ein bald weisses, bald ockergelbes Kalkbindemittel unter einander verkittet; man hat sie aber auch schon lose unter einander liegend gefunden.

Die eisenfreien, weissen Pisolithe sollen nach Becher entfernt von der kalkspendenden Quelle auftreten; die eisenhaltigen, braunen dagegen in der nächsten Umgebung der Quelle vorkommen. Es ist dies sehr wahrscheinlich, da sich das Eisencarbonat wegen seiner schwereren Löslichkeit und raschen Oxydation weit früher aus Lösungen ausscheidet als das Kalkcarbonat.

2) Die schaligen und strahlig faserigen Oolithe sind in ihrer Structur und chemischen Zusammensetzung den Pisolithen in der Regel so ähnlich, dass man ihre kugeligen, vorherrschend hirsekorngrossen Körner für kleine Erbsensteine halten könnte. Ihre einzelnen Kugelkörner haben einen kleinen, aus Quarz, Calcit oder auch aus einem Muschel- oder Korallenstückchen bestehenden Kern, sind weiss oder gelblich, fast aus reinem Aragonite bestehend und besitzen in der Regel ein reichliches Bindemittel. Sind ihre Körner sehr klein und liegen sie mehr einzeln eingebettet in ihrem kalkigem Bindemittel, so haben sie Aehnlichkeit mit einem sandigen Kalksteine. Oft gehen sie dann auch gradezu in dichten Kalkstein über. Ihre gewöhnlich deutlich geschichteten und oft sehr mächtig entwickelten

Massen treten hauptsächlich in der Juraformation, zumal Englands und Frankreichs auf.

3) Die **eigentlichen Rogensteine** bestehen aus mohnkorn- bis erbsengrossen, runden, äusserlich meist rauhberindeten, innerlich vorherrschend dichten, selten etwas strahlig faserigen, Körnern, welche nie einen fremden Kern einschliessen und gewöhnlich aus unreinem, bald etwas Thon oder feinen Sand, bald auch humose Substanzen enthaltenden, Kalkcarbonate bestehen. Diese Körner liegen in einem bald reichlichen, bald kärglichen Bindemittel, welches oft thonig-kalkig oder mergelig, sandig oder auch bituminös ist. Bei der Behandlung mit Salzsäure hinterlassen sowohl die Rogenkörner, wie auch das Bindemittel, sehr gewöhnlich einen ungelösten Rückstand von 1—2 pCt. Thon, 1—3 pCt. Kieselmehl oder feinen Sand und auch 1--2 pCt. Fäulnisssubstanz (Humus oder Bitumen). Indessen findet man auch Rogensteine, welche fast aus reinem Kalkcarbonat bestehen und höchstens 1 pCt. Kieselmehl enthalten. Sehr stark und deutlich entwickelt zeigen sie sich z. B. in der **Buntsandsteinformation** am Nordrande des Harzes.

§. 65a. Geologische Bedeutung und Umwandlung des kohlensauren Kalkes im Allgemeinen.

Wenn irgend ein Mineral die Aufmerksamkeit des Gebirgsforschers in vollem Maasse verdient, so ist es gewiss **der kohlensaure Kalk**. Keins bildet so mannichfache Formen; keins tritt in solchen kolossalen Massen in und auf der Erdrinde auf, keins findet sich unter so verschiedenen Verbindungs- und Lagerungsbeziehungen, als dieser Carbonatspath. Hier bildet er himmelanstrebende, ganze Erdtheile durchziehende, Gebirgszüge, welche sich bald wall-, bald mauerförmig aus ihrer Umgebung erheben und auf ihrem Rücken bald weit ausgedehnte Hochflächen, bald riesige Felszacken, Zähne, Kegel und Hörner oder ruinenähnliches Klippwerk tragen, dort füllt er bald für sich allein bald in Gesellschaft von Erzen der verschiedensten Art grössere oder kleinere Blasenräume oder Spalten der Erdrinde mit glänzenden Krystallpolstern aus oder schmückt er die klüftigen Räume der Höhlen mit stützenden Säulen, Fahnen, Draperieen und glitzernden Krystallrinden von seltener Pracht; hier bildet er die bunten Gehäuse der Schalthiere und die zackigen labyrinthischen Stammbäume der Korallen oder die erhärtende Masse des Zellengewebes im Pflanzenkörper, dort versteinert er die Reste abgestorbener Thiere und Pflanzen. — Und das Alles ist nicht etwa blos der Fall in einer einzelnen Formation der Erdrinde, sondern überall von den ältesten Lagen dieser Rinde an bis herauf zu den noch gegenwärtig sich erzeugenden Niederschlägen der Flüsse und des Oceans — und ebenso im Gebiete der vulcanischen, wie in den Räumen der neptunischen Felsarten. —

indessen nicht blos durch diese Massenhaftigkeit und Formenmannichfaltigkeit, auch nicht blos durch seine gewaltige Verbreitung in den verschiedensten Räumen der Erdrinde, sondern auch durch seinen Einfluss einerseits auf das Organismenleben und andererseits auf die Unterhaltung des Stoffwechsels im Mineralreiche erscheint der kohlensaure Kalk als einer der wichtigsten Bestandtheile der Erdrinde, ja als das Hauptmittel, durch welches die Natur die alte Erdrinde aus sich heraus stets wieder verjüngt und mit neuen Lagen versorgt. Wohl ist es daher der Mühe werth, die Natur dieses merkwürdigen Minerales so genau wie möglich zu erforschen.

Alle die eben angedeuteten Thatsachen über den Einfluss des kohlensauren Kalkes auf die Veränderungen in und auf der Erdrinde würden indessen nicht stattfinden, wenn der Calcit nächst dem Gypse und Steinsalz nicht zu den wandelbarsten Substanzen der krystallinischen Erdrindemassen gehörte. Seine gewaltigen Bergmassen recken zwer trotzig genug ihre Felsstirnen allen Stürmen und Fluthen des Luftmeeres entgegen, allein sie können nur scheinbar diesen letzteren widerstehen; denn das Zerrissene und Zackige dieser Berge da, wo sie mit aufgerichteten Schichtmassen in die Höhe ragen, das wilde Chaos von Blöcken, Sand und Kalkstaub an ihren Gehängen und der fast nie fehlende Kalkgehalt aller Gewässer, welche aus dem Innern dieser Bergmassen hervorquellen, zeigt deutlich genug, dass auch ihre Masse dem Zahne der Zeit zugänglich ist. Der Sauerstoff der Atmosphäre freilich kann ihnen nnr dann etwas anhaben, wenn ihre Masse Eisen- oder Manganoxydul oder auch kohlige Substanzen enthält; und der atmosphärische Wasserdunst vermag an einer frischen, spaltenlosen Kalkfläche nicht einmal auf längere Zeit zu haften, viel weniger etwas von derselben abzulösen; denn die Masse des kohlensauren Kalkes gehört an sich ihrem chemischen Bestande und ihrer Farbe nach zu denjenigen Körpern, welche die Wärmestrahlen der Sonne zwar nur langsam in sich aufnehmen, aber dann auch lange in sich fest halten und in Folge davon keine häufigen, plötzlichen und starken Temperaturwechsel — diese erste und wichtigste Bedingung zur Lockerung und Rissigmachung einer Steinmasse und zur Erzeugung von Thau auf ihrer Oberfläche — zeigen. Trotzdem aber sind sie nicht so unverwüstlich, wie es den Schein hat. Einerseits helfen zu ihrer Zerstörung die zahlreichen Spalten und Klüfte, welche schon bei der ehemaligen Erstarrung des Kalkes entstanden sind und von seiner Oberfläche aus oft tief bis in das Innerste seiner Berge hinabragen; sie sind die Reservoirs, in denen das atmosphärische Wasser sich ansammelt und geschützt gegen alle Verdunstung zwar allmählig, aber stetig sein Zerstörungswerk an dem kohlensauren Kalke vollziehen kann. Andererseits wirken aber auch die fest anklebenden und allen Stürmen widerstehenden Ueberzüge und Rinden vieler Flechtenarten, namentlich aber der Schurfflechten (Leprae), Blatterflechten (Variolarieae), Krustenflechten (Verrucariae),

Lager- und Wandflechten (Parmelia, Collema, Umbilicaria, Gyrophora und Lecanora) gar sehr auf die Zersetzung der Kalksteinmassen ein; denn einerseits machen sie durch ihre Ueberzüge die Oberfläche der Kalkfelsen rauh und dadurch sowohl zum guten Wärmestrahler als auch zum Auffänger und Festhalter aller atmosphärischen Feuchtigkeit, andererseits entwickeln sie theils schon bei ihrer Lebenszeit theils erst nach ihrem Absterben aus ihrem Körper Säuren, -- Oxal-, Wein- und hauptsächlich Kohlensäure --, mittelst deren sie die Masse ihres kalkigen Wohnsitzes anätzen und lösbar machen. Die Flechten, diese kleinsten Glieder des Pflanzenreiches, sind demnach für die Umwandlung des kohlensauren Kalkes von der grössten Wichtigkeit. Und merkwürdig genug: keine andere Mineralart trägt und ernährt soviel Arten dieser kleinen Pflanzen, als grade der kohlensaure Kalk, denn, wie ich schon in meinem Werke über Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen S. 14—15 gezeigt habe, an dem Kalksteine allein kommen

von	52	Collemaceae	23	Arten
„	136	Parmelien	25	„
„	176	Lecideaceen	34	„
„	89	Verrucarien	54	„

vor.

So muss denn das nach Kalknahrung gierige Pflanzenreich selbst zur Wandlung des kohlensauren Kalkes mit helfen. Hat aber dieses erst auf der Oberfläche seiner Kalkmasse sich durch die Flechten einen bleibenden Wohnsitz bereitet, dann beginnt erst die eigentliche Zerstörungsperiode dieser Masse; denn die jährlich absterbenden Glieder der Pflanzenkörper erzeugen unaufhörliche Mengen von Säuren, welche im Wasser gelöst den kohlensauren Kalk auf mannichfache Weise ätzen, lösen und wandelbar machen.

a. Umwandlungen.

Schon aus dem bis jetzt Mitgetheilten ersieht man einerseits, welche Mittel die Natur anwendet, um den scheinbar widerspenstigen Kalkstein zu bezwingen und in eins ihrer wichtigsten Reagentien umzuwandeln, andererseits aber auch, dass überhaupt der kohlensaure Kalk sowohl durch mechanisch wirkende Agentien, wie durch chemisch angreifende Mittel wandelbar gemacht werden kann. In Folgendem wollen wir dies nun näher untersuchen.

1) Auf mechanischem Wege verändert schon das reine Meteorwasser die Massen des kohlensauren Kalkes entweder unmittelbar dadurch, dass es dieselben nach allen Richtungen hin bis zu ihren kleinsten Theilchen durchdringt und die letzteren dann so erweicht, dass sie mit dem Wasser einen mehr oder minder dünnen leicht beweglichen Schlamm bilden, welcher sich endlich bei mehr hinzutretendem Wasser fortfluthen lässt; — oder

ttelbar dadurch, dass Regenwasser die, seine Masse zahlreich durchziehenden, sse und Höhlungen anfüllt und dann bei seiner im Winter stattfindenden starrung zu Eis in ein Haufwerk von grösseren und kleineren Trümmern sprengt.

Obgleich strenggenommen die auf mechanischem Wege stattfindenden Veränderungen in der Masse des kohlensauren Kalkes nicht hierher gehören, so möge ihrer hier doch, und zwar deshalb, gedacht werden, weil sie einerseits so oft die grossartigsten Erscheinungen im Gebiete der Kalksteinablagerungen hervorrufen, und andererseits den Schlüssel zur Erklärung gar mancher interessanten Kalkgebilde gewähren. Ganz vorzüglich gilt dies von den durch Schlämmung hervorgebrachten Wandlungen des kohlensauren Kalkes.

Die Schlämmung des kohlensauren Kalkes durch Wasser allein ässert sich in doppelter Weise:

a. Wasserfluthen zerschellen eine Kalksteinmasse zu groben oder feinen Sand, rollen dann die einzelnen Kalkbruchstücke fort und reiben sie während ihres Transportes so ab, dass sie mehr oder weniger kugelförmig werden, während zugleich aus dem abgeriebenen Kalke Pulver entsteht, welches nun mit dem Wasser einen mehr oder minder dünnen Schlamm oder Brei bildet. Gelangen endlich diese Fluthen mit ihrem Kalkschutte an seichte Stellen ihres Bettes, z. B. auf Sandbänke, oder überfluthen sie ihre flachen Ufer, so setzen sie denselben ab, so dass sich allmählich immer mächtiger werdende Ablagerungen von hirse- bis erbsenkorn grossen, Kalkkügelchen bilden, welche nun entweder ganz lose Kalksand-Aggregationen oder auch feste, rogen- oder sandsteinartige Ablagerungen bilden, wenn sich das zugleich vom Wasser geschlämmte Kalkpulver zwischen den einzelnen Kalkkörnern absetzt und sie verkittet. Diese eigenthümliche Rogensteinbildung habe ich wiederholt in den Buchten der Unstrut sowohl bei Mühlhausen und Langensalza, überhaupt aber im Gebiete des porösen, körnigen Kalktuffes beobachtet, was sich leicht dadurch erklären lässt, dass sich dieses Gestein in Folge seines porösen Gefüges leichter vom Wasser durchdringen und vom Froste zersprengen lässt.

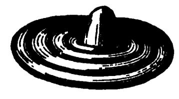
b. Von Thon oder Bitumen durchzogener Kalkstein saugt sehr begierig Wasser ein, zumal wenn er porös ist, und wird durch dasselbe so erweicht, dass er zuletzt lagenweise zu Brei zerfällt, welcher nun vom Wasser aufgenommen und fortgeschlämmt wird. Mit diesem Kalkbrei aber können nun wieder mehrere Veränderungen vorgehen.

1) Ist derselbe thonreich, so zerspringt er beim Austrocknen in lauter scharfkantige Bruchstücke, deren jedes dann beim Befeuchten durch Regen wagrecht und von oben nach unten allmählig in lauter

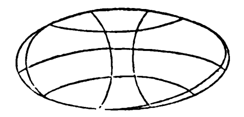
dünne Blätter zerspaltet. Werden nun diese Blätter nach dem Abtrocknen wieder vom Regen befeuchtet, so heben sie bei ihrer wiedereintretenden Austrocknung ihre Ränder so stark in die Höhe, dass sie napf- bis blasenförmige Scherben bilden, welche vom Winde oder auch vom Regen leicht fortgerollt und dann entweder zertrümmert und kugelförmig oder mit Schlamm von Thon, Sand oder auch wohl Eisenoxydhydrat ausgefüllt werden.

2) Tropft solcher Kalkbrei durch Felsspalten in eine Höhle herab, so bilden sich auf der Sohle der letzteren eigenthümliche, concentrisch schalige Concretionen, welche je nach der Höhe, aus welcher die Kalkputzen herabfallen, und der Beschaffenheit der Höhlensohle von verschiedener Gestalt sind.

α. Ist die Höhlensohle wagrecht und hart, so bilden diese tropfenden Kalkbreiputzen kuchen- oder scheibenförmige Massen, welche aus lauter concentrischen, mehr oder weniger kreisförmigen, Ringen bestehen und in ihrem Centrum einen kuppelförmig hervortretenden, massiven Kern besitzen.



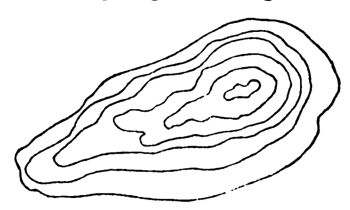

β. Ist die Höhlensohle wagrecht und weich, sei es erdig oder sandig, dann bilden die tropfenden Kalkputzen flachkugel- oder linsenförmige Sphäroide, welche einen compacten, eiförmigen Kern und seitlich um diesen herum 3—5 concentrische Kreiswulste haben, deren erster, dem Kerne zunächst liegender, am breitesten und höchsten ist, während jeder folgende niedriger und schmäler wird und der äusserste am schmälsten und nur noch bandförmig erscheint.



In den höhlenartigen Kalktuffbrüchen bei Langensalza kommen sowohl die obengenannten Kalkscheiben von 6″ bis 15″ im Breitendurchmesser, wie auch diese merkwürdigen, Pfeffernüssen nicht unähnlichen, gewöhnlich 1″ durchmessenden Linsensphäroide oft vor. Daselbst trifft man auch, aber stets nur unter sich kreuzenden Deckenspalten und auf sandiger oder staubiger Sohle, fussbreite Scheiben, welche aus seitlich zusammengeflossenen und verwachsenen Kalklinsen bestehen, wie ich sie schon in meiner Abhandlung über die „Wanderungen und Wandlungen des

kohlensauren Kalkes" (Zeitschr. d. deut. geolog. Gesellschaft XIII. 1861) beschrieben und abgebildet habe.

γ. Ist endlich die Höhlensohle schief und hart, dann entstehen aus dem niedergetropften Kalkbrei mehr oder weniger langgezogene Kalkscheiben, welche aus seitlich um einander herum gelegten, schlängelig hin und hergebogenen Ringen bestehen.



Bemerkung: Alle diese Kalkbreiformen kann man recht gut nach machen, wenn man einen, mit Sand wohl untermischten, Kalkbrei auf ein durchlöchertes Brett schüttet und dieses auf einen, etwa 2 Fuss hohen und auf seinem Boden mit pulveriger Erde bedeckten, Kasten legt.

3) Tropft solcher Kalkbrei endlich von einer Felswand herunter auf eine starkgeneigte und dick mit Kalk- oder sonstigem Erdstaub bedeckte Fläche, so rollt er in lauter erbsengrossen Tropfenkugeln auf derselben herab und bedeckt sich dabei mit einer, bisweilen liniendicken, Erdkruste. Am Fusse solcher geneigten Flächen findet man daher oft diese Kalkkügelchen in bedeutender Menge abgelagert, wie ich z. B. am Watzmann bei Berchtesgaden selbst beobachtet habe.

Bemerkung: Ich kann nicht umhin, hier noch auf eine eigenthümliche Bildung von hohlen Kalkkugeln aufmerksam zu machen. In dem trockenen, heissen Herbste 1865 trat an einem Nachmittag plötzlich ein Strichregen ein, bei welchem nur einzeln grosse Tropfen nieder fielen. Gleich nach dem Regen hiess es in Eisenach: „Es hat Steinkugeln geregnet." In der That waren die mit Kalkstaub dick bedeckten Fahrstrassen in der Umgebung der Stadt überall mit erbsengrossen Kalkkügelchen bedeckt, welche inwendig hohl waren und eine, kaum ¼ Lin. dicke, Rinde hatten. Ich besitze noch eine Portion derselben in meiner Sammlung, und habe später beobachtet, dass sich dieselben stets bilden, wenn nach langer trockener Witterung Regen in Tropfen auf eine ganz durchwärmte, staubige Erdbodenfläche fällt, zumal wenn diese letztete so schief geneigt ist, dass die auffallenden Wassertropfen auf derselben gleich fortrollen können.

So oft ich diese Schlämmproducte des kohlensauren Kalkes, und namentlich die durch Rollung von Kalksand entstandenen oder die durch tropfenden Kalkbrei gebildeten, hirse- bis erbsegrossen, ganz dichten, homogen erscheinenden oder nur mit einer sandig erdigen Rinde umschlossenen, Kalkkugeln betrachte, so fallen mir stets die

oben schon angegebenen gemeinen Rogensteine aus dem Buntsandsteine im Bernburgschen und am Nordrande des Harzes ein. Sollten diese merkwürdigen Gebilde, welche ihrem ganzen Habitus nach, ja selbst nach ihrem chemischen Bestande, die grösste Aehnlichkeit mit dem, aus gerollten Kalktuffsande entstandenen und durch erstarrten Kalkbrei verkitteten, Rogensteine des Unstrutthales haben, nicht auf ähnliche Weise theils aus gerolltem Kalksande, theils aus getropftem Kalkbrei entstanden sein? — Mir wenigstens erscheint dies nicht unwahrscheinlich. —

2) Die eben beschriebenen und durch einfache Schlämmung oder Zersprengung und Rollung des kohlensauren Kalkes entstehenden Gebilde sind nicht ohne Interesse, da sie vielleicht den Schlüssel zu manchem in der Vorzeit entstandenen und uns jetzt räthselhaft erscheinenden Kalkgebilde bieten, indessen immerhin nur mehr locale Erscheinungen und darum scheinbar nicht von solcher Wichtigkeit, als die Wandelungen, welche der kohlensaure Kalk durch chemisch auf ihn einwirkende Agentien erfährt.

Um indessen diese chemischen Umwandlungen des kohlensauren Kalkes nach allen Richtungen hin untersuchen zu können, ist es nothwendig, zuerst nochmals im Allgemeinen die chemischen Eigenschaften und Verbindungsneigungen desselben. sowie die Stoffe, welche ihn umwandeln können, ins Auge zu fassen.

Die Kalkerde ist eine der stärksten Salzbasen und darum stets begierig Säuren mit sich zu verbinden und diese selbst anderen Salzen zu entziehen, wenn nicht etwa die Basen dieser letzteren schon zu den mit ihnen verbundenen Säuren die grösste Verbindungsneigung besitzen und sie sich in Folge davon nicht mehr entziehen lassen.

Bemerkung: Eine merkwürdige Erscheinung ist das Verhalten der Kalkerde zur Kohlensäure dem Kali oder Natron gegenüber. Während nämlich die Kalkerde die Kohlensäure bei starker Erhitzung frei giebt, thun dies die beiden Alkalien nicht und doch vermag wieder die Kalkerde in der Kochhitze den Carbonaten dieser Alkalien ihre Kohlensäure zu entziehen, während sie dieses bei gewöhnlicher Temperatur nicht kann.

Im kohlensauren Kalke nun ist die Kalkerde mit einer der schwächsten Säuren und noch dazu in einem Verhältnisse verbunden, in welchem diese Säure die basischen Eigenschaften der Kalkerde nicht zu neutralisiren vermag; denn bekanntlich braucht die Kalkerde zu ihrer Neutralisation wenigstens zwei Theile Kohlensäure, während im kohlensauren Kalke nur ein Theil dieser Säure vorhanden ist. Die Folge von allem diesen ist, dass der kohlensaure Kalk stets bereit ist:

a. mit anderen kohlensauren Salzen, deren Basen ebenfalls alkalische Erden oder wenigstens in ihren Eigenschaften der Kalkerde

isomorph sind, — z. B. mit kohlensaurer Magnesia, kohlensaurem Zinkoxyd, Eisen- oder Manganoxydul —, Verbindungen zu Doppelcarbonaten einzugehen, sobald nur Lösungen von ihm und diesen Carbonaten mit einander in Berührung kommen. Ja er begnügt sich schon mit dem kohlensauren Wasser, da das Wasser als eine der Kalkerde isomorphe Basis zu betrachten ist, wie ja auch schon seine rhomboëdrischen Krystallisationsformen andeuten. Hierdurch wird das kohlensaure Wasser zum kräftigsten Umwandlungsmittel des kohlensauren Kalkes; denn indem es sich mit ihm zu einem Doppelcarbonate — (nämlich zu CO^2 (CaO + HO) und nicht zu (2 CO^2 + CaO) + HO, da der eine Theil CO^2 zum Wasser gehört und auch mit demselben bei dessen Verdampfung wieder entweicht) — verbindet, löst es ihn zugleich auch auf und macht ihn hierdurch nicht nur fähig, sondern auch kräftiger, sich mit anderen Carbonaten zu verbinden. Der so mit kohlensaurem Wasser verbundene und in ihm gelöste kohlensaure Kalk besitzt hierdurch die Kraft, nicht blos ein einzelnes anderes isomorphes Carbonat, sondern zugleich mehrere dieser letzteren in sich zu lösen und mit sich zu Doppel-, Trippel- und Multipelsalzen zu verbinden. Er behält indessen dieses Vermögen nur so lange, als er mit kohlensaurem Wasser verbunden ist: wird dieses letztere ihm durch den Verdunstungsprocess entzogen, so wird er sammt den mit ihm nun verbundenen Carbonaten wieder unlöslich und dadurch unfähig, weiter zu wirken.

Die Verbindungssucht des kohlensauren Kalkes zu kohlensaurem Wasser ist übrigens so gross, dass er sich auch mit anderen Salzlösungen verbindet, ohne sich zu zersetzen, wenn diese letzteren Kohlenstoffsäuren enthalten, welche sich bei höherer Oxydation noch in Kohlensäure umwandeln können. Dies ist nun namentlich der Fall mit den durch den Verwesungsprocess abgestorbener Organismenreste entstehenden Humussäuren. Kommen die im Wasser gelösten, alkalischen, namentlich ammoniakalischen, Salze dieser Säuren mit kohlensaurem Kalk in Berührung, so lösen sie den letzteren unzersetzt in sich auf; ja manche dieser Säuren, so namentlich die Geïn- und Quellsäure vermag dieses schon für sich allein. Indem sich nun aber der kohlensaure Kalk in ihnen löst, treibt er sie an, sich rasch zu Kohlensäure zu oxydiren, so dass am Ende aus ihren Verbindungen doch wieder kohlensaures Kalkerdehydrat (wenn CO^2 (CaO + HO) so genannt werden darf) wird. — Hierdurch werden also die wässerigen Lösungen der Humussäuren und ihrer ammoniakalischen Salze, nament-

lich aber die Quellsäure, zu ebenso kräftigen Lös-
mitteln des Kalkes, wie das kohlensaure Wasser sel-

Bemerkung: In meinem Buche: „Die Humus-, u. s. w. Bildungen“ ich die Wirksamkeit und Bedeutung der Humussäuren S. 23—30 ausfü- beschrieben. Hier sei daher nur nochmals darauf aufmerksam gem- dass man die Lösung des kohlensauren Kalkes durch Geïn- und Quell- nicht allein im Wasser der Torfmoore, sondern auch überall da beobac- kann, wo Quellwasser, welches durch eine starke Humusschichte fliess- mit kohlensaurem Kalk in Berührung kommt. Die weingelbe Färbung dieses Kalksinters rührt stets von Humussäuren her, wie mir zahlreiche Untersuchungen gelehrt haben. Man darf sich nur nicht täuschen lassen, wenn ein solcher Kalksinter mit Salzsäure übergossen aufbraust; denn derselbe enthält ja neben der Humussäure auch Kohlen- säure und ist eigentlich ein Doppelsalz von quellsaurem Ammoniak und kohlensaurem Kalk. Die humussauren Salze lösen, wie gesagt, den kohlen- sauren Kalk auf, aber sie zersetzen ihn nicht.

b. In Folge der stark basischen Eigenschaften der Kalkerde ist der kohlensaure Kalk auch stets bereit, anderen Salzen, zu deren Säuren er grössere Verbindungskraft besitzt als die schon mit ihnen verbundenen Basen, ihre Säuren zu entziehen und ihnen dafür seine Kohlensäure zu geben.

c. Der kohlensaure Kalk kann auch in Folge seiner starken Basis durch die Haloidsalze der Schwermetalle umgewandelt werden. Denn kommt z. B. die Lösung eines Chlormetalles mit ihm in Berührung, so wandelt er sich in Chlorcalcium um, während andererseits ein Schwermetallcarbonat entsteht.

d. Endlich aber wird er auch durch Schwefel haltige Fäulnissproducte von Organismenresten in Schwefelcalcium oder in Kalksalpeter umgewandelt.

Aus allem eben Mitgetheilten ersieht man, dass der kohlensaure Kalk einerseits in der That zu den wandelbarsten Mineralien gehört, andererseits aber auch wenigstens in sehr vielen Fällen das Haupterzeugungsmittel der Schwermetallcarbonate ist. Zugleich aber ist hierbei zu bemerken, dass er nur dann diese Umwandlungen selbst erleiden oder an einem anderen Salze hervorbringen kann, wenn entweder dieses letztere oder er selbst sich in Lösung befindet. Für ihn selbst aber giebt es unter den gewöhnlichen natürlichen Verhältnissen kein anderes Lösungsmittel als das kohlensaure oder das geïn- und quellsaure Wasser. Dieses also ist das Hauptmittel, wodurch der kohlensaure Kalk einerseits nicht nur in seinem reinen Vorkommen aufgelöst, sondern auch aus seinen Verbindungen mit anderen Mineralien ausgelaugt und fortgefluthet werden kann, und andererseits befähigt wird, nicht blos seine einmalige Lagerstelle und Körperform zu verändern und sich oft weit von seiner früheren Mutterstätte in ganz anderer Gestalt wieder nieder zulassen, sondern auch

ndere an sich unlösliche Mineralien verändernd einzuwirken. Aber gar manche andere Mineralien vermögen nur dann auf den kohlen- en Kalk einzuwirken, wenn sie in kohlensaurem Wasser gelöst sind. s ist z. B. der Fall mit den phosphorsauren und arsensauren Schwer- etalloxyden, mit den Fluormetallen und auch mit der Kieselsäure. Kommen iese Mineralkörper in kohlensaurem Wasser aufgelöst mit festem kohlen- auren Kalk, z. B. mit Kalkspath, in Berührung, so entzieht ihnen der etztere ihr kohlensaures Lösungswasser, löst sich darin selbst auf und rsetzt nun entweder diese Mineralien, wenn sie durch ihn zersetzbar sind, wie dies z. B. bei den phosphor- und arsensauren Metalloxyden oder den Fluormetallen der Fall ist, oder wird ganz ausgelaugt, wenn sich diese Mineralien — wie z. B. die Kieselsäure — durch ihn nicht zersetzen lassen. ndem nun aber diese Umwandlung ganz allmählig von Aussen nach Innen r sich geht, so dass sich stets ein kleinstes Theilchen des sich aus der ösung ausscheidenden Minerales nach dem anderen an die Stelle des eben st umgewandelten setzen kann, so kommt es in diesem Falle gar oft vor, ss das neu entstandene Mineral in der Körperform des umgewandelten ftritt und auf diese Weise eine Pseudomorphose bildet. Im Allgemeinen ird man dann in Beziehung auf diese Pseudomorphosenbildung bemerken, ass namentlich solche Mineralien, welche viel schwerer in ohlensaurem Wasser löslich sind als der kohlensaure Kalk d gewöhnlich auch nicht von den Lösungen desselben zersetzt werden nnen, wie z. B. die Kieselsäure, der Bitterspath, Eisenspath etc. Pseu- morphosen nach Kalkspath bilden, eben weil der letztere in Folge seiner ichteren Lösbarkeit ihnen ihr Lösungswasser entzieht, und sie dadurch thigt, sich an den Stellen abzusetzen, die er eben erst im gelösten Zu- nde verlassen hat. Wenn nun kohlen- oder quellsaures Wasser das zige Lösungsmittel des kohlensauren Kalkes ist, so müssen auch alle nwandlungen des letzteren am meisten in solchen Localitäten vorkommen, sich unaufhörlich dieses Lösungsmittel vorfindet oder entwickelt. Dies in der That überall da der Fall, wo entweder die Aussenfläche von lksteinbergen mit einer lebenden und nach ihrem Absterben Kohlenstoff- ren spendenden Pflanzendecke — z. B. mit Wäldern, Grasfluren, Mooren r mit Culturländereien bedeckt ist, oder Lagerstätten des kohlensauren lkes sei es unmittelbar oder mittelbar durch Spalten und Risse mit hlenlagerstätten und bituminösen Gesteinen, welche mit Hülfe des sie ieselnden und Sauerstoff führenden Meteorwassers Kohlensäure entwickeln, Verbindung stehen. Das reichste Laboratorium für die Bildung des lensauren Wassers bleibt aber immer eine lebende Pflanzendecke. Daher mmt es auch, dass sich einerseits in Quellen, welche aus bewaldeten lkbergen hervorsprudeln, stets soviel kohlensaurer Kalk gelöst findet, s sie nicht blos in der nächsten Umgebung ihres Sprudelbeckens, sondern

auch weite Strecken entfernt von den letzteren bedeutende Ablagerungen von Kalktuff bilden können, und andererseits in den Klüften und Höhlen solcher Berge, welche bewaldet oder mit Culturland bedeckt sind, die Sinter- und Stalaktitenbildung in stärkster Entwickelung zeigen; daher kommt es aber auch, dass alle diese Kalkbildungen aufhören, sobald die sie erzeugenden Kalkberge entwaldet worden sind. — Belege für diese Aussagen finden sich überall.

Es kann indessen auch vorkommen, dass trotz jener unerschöpflichen Kohlensäurequellen doch das aus Kalkbergen hervortretende Quellwasser nur sehr wenig oder auch gar keinen kohlensaureu Kalk gelöst enthält. In diesem Falle hat das Wasser entweder seinen Kalkgehalt schon innerhalb seines Quellberges abgesetzt, oder es hat überhaupt gar keinen in sich gelöst. Und dieses Letzte wird immer stattfinden, wenn die Wasserkanäle im Berginnern so schroff und jählings zur Tiefe niedersetzen, dass alles von der Bergoberfläche in sie eindringende Wasser allzu rasch sie durchstürzen muss. Denn es ist eine Hauptbedingung, dass das kohlensaure Wasser längere Zeit mit dem kohlensauren Kalk in Berührung bleiben muss, wenn es Theile von ihm lösen soll. Dies aber vermag es nur dann, wenn die Canäle, auf denen es einen Kalkberg durchsintert, so sanft geneigt zur Tiefe ziehen, dass es überall in denselben längere Zeit haften kann. Am stärksten wird es demgemäss in engen Haarspalten, von deren Wänden es angezogen wird, oder in Höhlenräumen, wo es gänzlich stagniren kann, seine Kalklösungskraft offenbaren. — Ausserdem lehrt noch die Erfahrung, dass unter sonst gleichen Bedingungen kohlensaurer Kalk um so mehr von dem kohlensauren Wasser angegriffen wird, je mehr er thonige Theile beigemengt enthält. Mergel wird z. B. unter sonst ganz gleichen Verhältnissen durch eine und dieselbe Quantität kohlensauren Wassers viel schneller und stärker seines Kalkes beraubt, als thoniger Kalk und dieser wieder stärker als thonfreier Kalkstein. Der Grund hiervon liegt jedenfalls in der Eigenschaft des Thones, das Wasser und alle Stoffe, die sich in letzterem aufgelöst befinden, in sich aufzusaugen und fest zu halten, so dass es nachhaltiger auf die mit dem Thone verbundenen Kalktheile einwirken kann. — Endlich ist auch schon vielfach beobachtet worden, dass der krystallisirte Calcit und Aragonit bei weitem nicht so leicht von kohlensaurem Wasser angegriffen werden, als der dichte oder tuffige Kalkstein.

Soviel über die Stoffe, welche den kohlensauren Kalk umwandeln können, und über die Verhältnisse, welche ihre Wirksamkeit hemmen oder fördern. Gehen wir nun zu den Umwandlungen des kohlensauren Kalkes selbst über.

Im Allgemeinen sind diese Umwandlungen von dreifacher Art:

1) Durch die einen wird blos die Körpergestalt, aber nicht der

chemische Gehalt des kohlensauren Kalkes verändert. Dies geschieht durch seine einfache Lösung im kohlensauren oder auch quellsaurem Wasser. (Einfache Gestaltsumwandlungen).

Durch die andern wird nur der chemische Gehalt, aber nicht die Gestalt des kohlensauren Kalkes verändert. Dies geschieht, wenn derselbe mit Carbonatlösungen in Berührung kommt, welche schwerer löslich sind als er selbst und ihm daher ihr Lösungswasser abtreten, so das er ausgelaugt wird. (Massenumwandlungen).

Durch die dritten wird der chemische Gehalt und auch die Gestalt des kohlensauren Kalkes zugleich verändert. Dies geschieht entweder durch die Verbindung von anderen Carbonaten mit seiner Masse oder durch die Einwirkung von freien Säuren oder von Salzlösungen, zu deren Säuren die Kalkerde grössere Verbindungsneigung hat als zu der mit ihr verbundenen Kohlensäure. (Vollständige Umwandlungen).

Von diesen drei Umwandlungsarten sind hier namentlich die beiden ı näher zu untersuchen, nicht nur weil sie am häufigsten sich bemerken ı, sondern auch immer noch von dem Wesen des Kalkcarbonates etwas ei es nun die Masse selbst oder doch ihre Gestaltung) — an sich n; während bei den vollständigen Umwandlungen dieses Carbonates von dem Wesen desselben verschwunden ist und wir daher oft nur ypothesen greifen müssen, wenn wir nicht durch Versuche die vorıden Erscheinungen erklären oder die Umwandlungen selbst noch in ı Bildungsakte beobachten können.

.. Umwandlungen in den Gestaltungsverhältnissen des kohlensauren Kalkes durch kohlensaures Wasser. (Einfache Gestaltswandelungen).

Wie wir nun schon im Vorigen zur Genüge gesehen haben, so werden ll, wo Kohlensäure haltiges Wasser mit dem kohlensaurem Kalke in re Berührung kommt, von dem letzteren mehr oder weniger viel e — am meisten von dem dichten derben Kalksteine, weniger von dem allisirten Calcit, am wenigsten von dem Aragonite — aufgelöst, fortgeund an solchen Orten, wo das Lösungswasser verdampfen kann, wieder etzt. Die Formen nun, unter welchen sich der so gelöste Kalk absetzt, sehr verschieden und hauptsächlich abhängig:

von der Beschaffenheit des Ortes und der Unterlage, auf oder an welcher sich der gelöste Kalk absetzt;

von der Menge und Form des Kalk führenden Wassers;

von der Menge des in einem Wasserquantum vorhandenen Kalkes;

von der Schnelligkeit, mit welcher das Lösungswasser verdampft.

Ich habe viele Jahre hindurch diese Verhältnisse untersucht. Die Resultate, welche ich durch diese Untersuchungen erhalten und zum Theil schon in meiner Abhandlung: „Die Wanderungen und Wandelungen des kohlensauren Kalkes" (Zeitschr. d. deut. geolog. Gesellschaft, Jahrg. 1861, S. 263—346) veröffentlicht habe, sind hauptsächlich folgende:

a. Einfluss des Ortes, in welchem, und der Unterlage, auf welcher sich kohlensaurer Kalk aus seinen Lösungen abscheidet.

1) Wenn man einen fein zertheilten Thonschlamm mit einer grossen Menge Kalklösung mischt und lässt dann denselben in einer offenen Schüssel an einem kühlen schattigen Orte (z. B. in einem Keller) allmählig verdunsten, so erhält man ein inniges, ganz gleichmässiges Gemenge von Thon und kohlensaurem Kalk d. i. einen wahren Mergel, in welchem man selbst mit einer Loupe die Thon- und Kalktheilchen nicht unterscheiden kann, indem jedes einzelne kleinste Thontheilchen irgend ein Quantum Kalklösung in sich aufgesogen hat. Auf ähnliche Weise mag überhaupt der Mergel in der Natur entstanden sein. Schlämmt man nun dieses Gemenge wieder mit einer Kalklösung zusammen, so saugt es vielleicht nochmals den gelösten Kalk in sich auf, wenn seine kleinsten Theilchen sich noch nicht durch die früher zugesetzte Kalklösung mit Kalk gesättigt haben. Ist dieses aber der Fall gewesen, dann bleibt die neu zugesetzte Kalklösung unzersetzt und mechanisch zwischen den Mergelschlammtheilchen schweben, bis die Verdampfung des Schlämm- und Lösungswassers beginnt. Setzt man endlich die eine Hälfte dieses Mergelschlammes in einer offenen Schüssel an einen luftigen, sonnigen Ort, die andere Hälfte aber in einem unglasirten thönernen Topfe lose verdeckt an einen kühlen schattigen Ort (am besten in einen Keller), so wird man folgendes bemerken: In der am offenen sonnigen Orte stehenden Schüssel ist die Lösungsflüssigkeit nach wenigen Tagen verdampft; der Rückstand ist eine erhärtete Mergelmasse, welche an ihrer Oberfläche von einem zarten Kalkpulver bedeckt ist. In dem an kühlem schattigen Orte stehenden und lose verdecktem Topfe dagegen ist die Lösungsflüssigkeit erst nach einem Zeitraume von 10 Monaten (wenigstens bei meinem Versuche) vollständig verdampft: der Rückstand ist ebenfalls eine erhärtete Mergelmasse, welche sich beim behutsamen Zerschlagen des Topfes in Schichten abgetheilt und auf den unteren Schichtflächen mit einer Rinde zarter, aber schön ausgebildeter Calcit- oder Aragonitkrystalle bedeckt zeigt.

Durch diesen sehr leicht anzustellenden Versuch erhält man also folgende Resultate:

α. Kommt eine Lösung kohlensauren Kalkes mit reinem Thonschlamme in Berührung, so saugt zuerst jedes Thontheilchen eine Portion

desselben in sich auf und bildet damit beim Austrocknen Mergel. Hat es sich aber mit Kalk gesättigt, so scheidet sich beim Verdampfen der noch übrigen Lösung der kohlensaure Kalk für sich allein aus.

β. Geht nun die Verdampfung des Schlämm- und Lösungswassers sehr rasch vor sich, so setzt sich der überschüssige Kalk unkrystallinisch auf der erhärtenden Mergelmasse ab; verdampft aber dieses Wasser nur langsam, so setzt sich der überschüssige Kalk in Krystallen innerhalb der erhärtenden Mergelmasse ab.

γ. Der kohlensaure Kalk wird sich stets in Krystallen absetzen:

a. wenn seine sich aus der Lösung abscheidenden Theile durch kein äusseres Mittel an ihrer freien Bewegung und Verbindung gehindert werden. Fein zertheilter, nur allmählig sich zusammenziehender Erdschlamm hemmt sie nicht und bietet ihnen in seinen einzelnen Theilen doch eine gute Haftstelle. Reiner Thonschlamm aber wird nur dann erst ihre Krystallbildung zulassen, wenn er selbst sich mit Kalktheilen gesättigt hat.

b. wenn sein Lösungswasser nur ganz allmählig verdampft. Dies ist der Fall an Orten innerhalb der Erdrindemassen, an welchen kein starker Luftwechsel stattfindet. Eine stehende Dunstschicht in Höhlen verlangsamt zwar die Verdunstung, befördert aber hierdurch die Krystallbildung.

δ. In allen den eben angegebenen Ursachen mag der Grund liegen:

a. warum man die schönsten Calcit- und Aragonitkrystallbildungen am meisten in den Spalten und Blasenräumen innerhalb kalkreicher Mergelmassen, thoniger Kalksteine, kalkiger Thonsandsteine und dolomitischer Kalksteine findet;

b. warum in der Erdrinde sehr gewöhnlich dichte Kalksteine auf Mergelmassen ruhen, welche in ihren oberen Lagen sehr kalkreich sind, in ihren unteren Lagen aber allmählig in gemeinen Thon übergehen.

2) Wenn eine Kalklösung ununterbrochen eine lose Sandanhäufung von den Seiten her sanft durchsintert oder ruhig auf derselben stagnirt, so setzt sich der kohlensaure Kalk bei der Verdampfung seines Lösungswassers gleichmässig zwischen den einzelnen Sandkörnern ab, ohne concentrische Schalen um diese letzteren zu bilden und verkittet sie zu einem Ganzen. Bei einer nur allmählig stattfindenden Verdampfung des Lösungswassers erscheint dann der so entstehende Kalkkitt wieder krystallinisch, bei rascher Verdampfung aber dicht. Durch diese Kalkbildungen entstehen Sandsteine und Conglomerate mit erdigdichtem oder mit krystallinischem Bindemittel.

Anders aber ist es, wenn eine Kalklösung mit stossender Bewegung in ein Sandgehäufe entweder von unten nach oben oder umgekehrt von oben nach unten eindringt, wie es einerseits bei lebhaft sprudelndem Quellwasser oder andererseits dann geschieht, wenn Wasser aus bedeutender Höhe herab auf eine Sandlage tropft. In beiden Fällen werden alsdann die Sandkörner in eine hüpfende Bewegung versetzt, durch welche zunächst eine lebhafte Verdunstung des Lösungswassers und hierdurch sodann die Ausscheidung des gelösten Kalkes an die in der Lösung auf und niedersteigenden Sandkörner herbeigeführt wird. Indem aber bei dieser Ausscheidung von einfach kohlensaurem Kalk in jedem Augenblicke aus allen Theilen des sich absetzenden Kalksphäroïdes kohlensaures Wasser frei wird, so wird durch dieses das sich eben bildende Kalkknöllchen in eine rotirende Bewegung gesetzt, in Folge dessen nun der sich an der Sandkorn-Oberfläche absetzende Kalk eine glatte, gleichmässig kugelige Schale bilden muss. Dass bei dieser Kugelbildung die — bei der Ausscheidung eines jeden Kalkatomes frei werdende — Kohlensäure die Hauptursache der rotirenden Bewegung ist, kann man sehen, wenn man ein Körnchen Kreide z. B. mit Salpetersäure behandelt; denn auch in diesem Falle wird das Kreidekörnchen durch die freiwerdende und in die Höhe steigende Kohlensäure in eine hüpfende und zugleich rotirende Bewegung gesetzt. Durch diese Schale indessen schwerer werdend, sinken die Kalkspäroïde zwar zu Boden, aber nur für den Augenblick, indem sie schon durch den nächsten Quellenstoss oder Tropfenfall wieder gehoben werden, um eine neue Kalkschale zu erhalten. Auf diese Weise abwechselnd in die Höhe steigend und dabei rotirend und dann nach erhaltenem Kalkabsatze wieder einige Augenblicke zu Boden sinkend, werden die einzelnen Sandkörner so lange mit concentrischen Kalkschalen umschlossen, bis sie zu schwer werden, um noch weiter vom Wasser gehoben werden zu können. Sie bleiben alsdann ruhig zu Boden liegen und werden nun noch vollends durch gegenseitiges An- und Durcheinanderreiben vom Wasser abgeschliffen, so dass sie eine ganz glatte, wie Emaille glänzende, Oberfläche und mehr oder weniger vollkommene Kugelgestalt erhalten. Sie bilden nun entweder ein loses Gehäufe von concentrisch schaligen Sphäroïden oder werden dann mit einander durch weiteren Kalkabsatz zu einem festen Ganzen verkittet. — Dass auf diese Weise die sogenannten concentrisch schaligen Pisolithe und Oolithe entstehen, ist wohl aus dem Vorstehenden klar. Der Sprudel von Carlsbad zeigt ihre Entstehungsweise in grossartigem Massstabe. Aber ich habe auch in den alten, abgebauten Kobaltstollen von Riechelsdorf in Hessen und von Schweina am Thüringer Walde einige Kalkgebilde dieser Art beobachtet, welche durch tropfendes Wasser entstehen und schon in meiner oben erwähnten Abhandlung S. 302—310 ausführlich beschrieben worden sind. Es sind dies die oben bei den Ab-

arten des Aragonites erwähnten Sinterkugeln und Sinternester. Ihre Bildungsweise soll hier kürzlich näher betrachtet werden, da ich sie genau zu beobachten Gelegenheit hatte.

Diese beiden Arten Sintergebilde, welche lebhaft an die Oolith- und Pisolithbildungen erinnern, kommen wohl auch in Höhlen der Kalkberge, am ausgebildetsten aber in alten Stollen an Stellen vor, welche sich entweder unmittelbar unter der Mündung der Schachtlöcher oder unter den Klüften ausgebeuteter Kobalt-Kalkgänge befinden. Sie bestehen stets aus einer, oft nur ½ Zoll, bisweilen aber auch 4—5 Zoll tiefen und 2—4 Zoll breiten, napf-, nest- oder beutelförmigen, Unterlage (dem sogenannten Sinterneste) und aus erbsen- bis haselnussgrossen, kugel-, bohnen- oder abgerundet rhomboëderförmigen Kalksphäroïden, welche zu 10—25 beisammen, lose oder halb angewachsen in dem Sinterneste liegen (den sogenannten Sintereiern). Das Sinternest besteht entweder aus faserigem Aragonit oder aus krystallinischem bis dichtem Calcit, bisweilen auch aus beiden zugleich, ist an seiner Oberfläche bald mit einer glatten, emailleähnlichen Rinde, bald mit einem zarten krystallinischem Ueberzuge versehen und erscheint bald schneeweiss, bald durch beigemischtes Eisenoxyd-, Nickel-, Kobalt- oder Kupfercarbonat ockergelb, gras- oder blaugrün oder rosenroth gefärbt. Die in ihm liegenden Sintereier dagegen enthalten in ihrem Mittelpunkte theils ein Sandkorn-, theils auch ein kleines Kalkspathrhomboëder und um diese herum 3—5 concentrische, theils aus faserigem Aragonit, theils aus dichtem Calcit, theils aus beiden zugleich gebildeten Schalen, welche sich so genau und scharf an alle Theile des Kernes abgesetzt haben, dass nun das ganze Sphäroïd die Form dieses Kernes zeigt. Aeusserlich sind diese Eier entweder so glatt wie Emaille oder mit einer zarten Krystallrinde überzogen. Von Farbe sind sie vorherrschend weiss, bisweilen aber auch, wie ihr Nest, ockergelb, grün oder rosenroth gefärbt.

Diese, wirklich schön aussehenden, Sinternester entstehen durch, Kalkcarbonat gelöst haltendes, kohlensaures Wasser, welches zeitweise den Ritzen des mürben Deckengesteines oder den Klüften der Kalkspathadern enttropft; aber sie bilden sich nur da, wo unter Felsvorsprüngen die Stollensohle mit kleinkörnigem Sande oder sandiger Mergelerde bedeckt ist. Wenn nämlich Wassertropfen auf eine solche feinsandige oder erdige Stelle fallen, so schlagen sie vermöge ihrer Fallkraft eine kleine Vertiefung in dieselbe, welche durch die nachfolgenden Tropfen immer tiefer und weiter wird, so dass sich bisweilen — je nach der Dicke der sandig-erdigen Decke — eine Beutel- oder Trichtergrube von 3—5 Zoll Tiefe und 2—4 Zoll breiter oberer Mündung bildet. Hat sich auf diese Weise das Tropfwasser eine Grube gestossen, welche bis zur harten Felssohle des Stollens reicht, dann sammelt es sich in dieser Grube an und sintert von da in die Sandkörnchen und Erdkrümchen der Seitenwände ein. Sobald

nun nach dem Aufhören des Tropfens das so eingesinterte Kalkwasser zu verdunsten beginnt, setzt es seinen Kalk zwischen den einzelnen Körnchen und Krümchen der Wände ab und verkittet dieselben miteinander zu einem Ganzen, so dass später in die Grube tropfendes Wasser nicht mehr durch die Seitenwände derselben durchsintern kann, sondern in ihr stagniren muss. Beim Verdunsten dieses Wassers bildet sich dann zuerst ein zuckerkörniger, aus lauter Kalkspathrhomboëderchen bestehender Ueberzug auf den inneren Wänden dieser Grube und über diesen ein wahrer Wald von dicht nebeneinander stehenden, 2—4 Linien langen, ganz wasserhellen, durchsichtigen Kalkspathkrystallbäumchen, deren Schönheit unvergleichlich ist und etwa, wenn eine Vergleichung überhaupt gestattet ist, einer mit Dufteiskrystallen ganz überkleideten Tannenpflanzung gleicht.

Später wieder tropfendes Wasser füllt indessen die Räume zwischen diesen schönen Krystallvegetationen immer mehr mit Rhomboëdern aus, bis der ganze Krystallüberzug dem blossen Auge scheinbar dicht erscheint und äusserlich eine glatte, fast wie Emaille aussehende, oft von übersinterten Krystallbüschelchen mit kleinen Halbkugeln besetzte Oberfläche erhält. In diesem Zustande gleicht dann die übersinterte Grube, namentlich wenn sie eine ganz glatte Oberfläche hat, einer in dem Stollenboden halb eingegrabenen Napf- oder Eischale. Diese so gebildeten Nestchen sehen gewöhnlich weiss aus, bisweilen haben sie aber auch eine blassrosenrothe, ja selbst pfirsich-blüthrothe oder eine blassgrüne oder eine schön blaugrüne Färbung. Diese verschiedenen Färbungen rühren von mechanischen Beimischungen, theils von Kobaltbeschlag oder Kobaltblüthe, wenn der Sinter roth, theils von Nickelblüthe, wenn er grasgrün, theils von Malachit, wenn er blaugrün ist, her, und werden dadurch erzeugt, dass das Kalkwasser bei seinem Laufe durch die abgebauten Kobalterzklüfte auf pulverige Beschläge von den oben genannten Metallsalzen stösst und diese nun theils aufgelöst, theils geschlämmt mit sich fortführt.

Soviel über die Sinternestschalen selbst. Was nun die in denselben lose unter und nebeneinander liegenden Steineier betrifft, so habe ich folgende Entstehungsweise kennen gelernt:

Kohlensaures, aber fast kalkfreies Wasser, welches in die Nestschalen tropft, löst theils schon während seines Auffallens, theils erst nach längeren Stehen von der emailglatten Kalkspathrinde so viel, dass die Spitzen der unter ihr liegenden Krystallbäumchen zum Vorschein kommen und schlägt durch seine Tropfen auch die Spitzen dieser Bäumchen ab. Die losgeschlagenen Kalkspathrhomboëderchen werden nun theils durch fort und fort nachtropfendes Wasser, theils durch die beim Abscheiden des Kalkes frei werdende Kohlensäure in eine hüpfende und zugleich rotirende Bewegung gebracht und dabei nach und nach so lange mit concentrisch faserigen Schalen überzogen, bis die geringe Menge Kalkes, welche das Tropfenwasser

von der Kalkspathrinde lösen konnte, sich an ihnen abgesetzt hat und sie dabei so schwer geworden sind, dass sie das Wasser nicht mehr heben können.

Nun bleiben sie lose neben einander auf dem Boden des Sinternestes liegen, wenn aller Kalk des bildenden Wassers sich an ihnen abgesetzt hat, oder werden bei fortgesetztem Zutropfen von Kalkwasser mit einander verkittet und zuletzt ganz in Kalkmasse gehüllt.

Oft jedoch bilden sich diese Eiersteine auch dadurch, dass später noch tropfendes, schon mit gelöstem Kalke versehenes Wasser kleine Sandkörner mit sich in das Sinternest führt, welche nun durch das fort und fort nachtropfende Wasser in eine hüpfende Bewegung versetzt und dadurch mit concentrischen Kalkschalen versehen wer en. Diese Eiersteine sind in der Regel kugelig und oft rosenroth oder grün gefärbt, wenn das sie bildende Wasser neben Kalk auch Kobalt oder Nickelsalze in sich gelöst enthält, in ihrem Gefüge aber den vorigen ganz ähnlich. Ihre Sinterschale ist indessen an ihrer Oberfläche nie angeätzt und krystallinisch, wie bei den vorigen, sondern ganz glatt und unversehrt.

Neben diesen Sinterbildungen kommt noch eine andere Sinterbildung in alten Stollen vor, welche noch lebhafter an die Pisolithe und Oolithe erinnert. Es sind dies 2 bis mehrere Fuss breite, bisweilen scheibenförmige, und 6—12 Zoll dicke Platten, welche entweder aus zusammengekittetem, erbsen- bis haselnussgrossen Kalksphäroïden bestehen und so den Pisolithen sehr ähnlich sehen, oder eine glatte Platte bilden, welche von dicht umeinander herum liegenden halbkugeligen oder auch (bei dichter Lage) bienenzellenförmigen Vertiefungen bedeckt ist, in deren jeder ein glatter Sphäroïd frei eingebettet liegt, oder endlich an ihrer Oberfläche eben und glatt und von einer grossen Zahl lose liegender Sphäroïde bedeckt erscheinen. — Diese Art von Sintergebilden entsteht nach meinen Beobachtungen aus einer ziemlich concentrirten Kalklösung, welche namentlich nach nassem Wetter, also ebenfalls, wie bei den oben beschriebenen Nestbildungen, nur zeitweise, den in der Stollendecke mündenden Gangklüften entrieselt oder auch überhaupt aus den feinen Rissen des mürben Deckengesteines hervortropft. Rieseln nämlich zeitweise diese Kalkwassertropfen auf Stellen der Sohle, welche aus einem losen Gemenge von Quarzkörnern und Mergelerde bestehen, so machen sie zuerst die Erde schlammig, dann aber setzen sie sowohl den Erdschlamm, wie den in denselben schwebenden Sand in eine kreisende Bewegung, und überkleiden dabei die einzelnen, von kalkigem Schlamm umgebenen Sandkörner mit mehreren feinkrystallinischen, dicht aneinander schliessenden Schalen, indem die sie umhüllende Erdmasse vermöge ihres Thongehaltes wohl das Lösungswasser einsaugt, aber den in demselben vorhandenen Kalk zurückstösst, da sie als Mergelerde schon vorher mit solchen gesättigt war. Hört endlich das Tropfen des Kalkwassers auf, dann verdunstet allmählig das zwischen dem Stein-

schutte befindliche Wasser, die Kalkhülle der einzelnen Quarzkörner erhärtet zu einer weissen dichten Schale, der Mergelschlamm verdichtet sich ebenfalls und bildet nun einen schmutzig rauchgrauen Kitt zwischen den einzelnen kalkberindeten Steinkörnern. Mit dieser so entstandenen, einem Pisolithe oder grosskörnigem Oolithe sehr ähnlichen, Sinterplatte können nun aber im weiteren Verlaufe zweierlei Veränderungen vor sich gehen:

a. Ist die das Bindemittel darstellende Mergelerde sehr thonreich, so zieht sich ihre Masse beim Austrocknen so zusammen, dass viele der von ihr umschlossenen glattschaligen Kalksphäroïden aus ihr herausgequetscht werden, welche nun lose auf ihrer erhärteten Oberfläche umherliegen, bis sie durch später nachtropfende Kalkwasser unter sich zusammengekittet werden.

b. Ist dagegen das erhärtete Bindemittel der Sinterplatte sehr kalkreich, dann wird es durch später nachtropfendes Kohlensäurewasser, — (wie es ja durch Einfluss des Sauerstoffs auf das Bitumen des bituminösen Sandsteines und Mergelschiefers der Zechsteinformation fortwährend entsteht, sobald Meteorwasser in die Klüfte der letztgenannten Gesteine eindringt) — rings um die in ihm eingekitteten Sinterkerne erweicht und seines Kalkes zum Theile beraubt, so dass nun diese letzteren lose und von Kalkwasser umflossen in Löchern des erweichten Bindemittels liegen. Bei jetzt eintretender Austrocknung der Sinterplatte bilden sich ringsum die Kalkspäroïde aus der, durch theilweise Auslaugung ihres Kalkgehaltes thonreicher gewordenen, Mergelerde lauter Zellen von der Form der in ihnen liegenden Steinkerne, während diese letzteren selbst durch den Kalkgehalt des sie umgebenden Wassers eine feine, aus Calcitrhomboëdern bestehende, Kalkrinde erhalten.

Aus allem eben Mitgetheilten ergiebt sich also zunächst, dass an den vorbeschriebenen beiden Stollensintergebilden die Sinterschalen aus Kalkspathrhomboëdern bestehen; während die Kalkschalen der Sintereier aragonitisch erscheinen. Sodann haben mir alle bis jetzt angestellten Untersuchungen gelehrt, dass die Kalkspathüberreste in den abgebauten Erzklüften das Material zur Bildung der Aragonitbildungen geliefert haben, während der Kalk im Bindemittel des Grauliegenden den Stoff zur Bildung der Kalkspathschalen gegeben hat. Endlich ergiebt sich aber auch aus meinen Beobachtungen:

1) dass sich diese Gebilde in einem gegen die äussere Luft abgeschlossenen und in seiner Temperatur sich gleichbleibenden, nie unter 0° R. Temperatur herabsinkenden, Raume aus einer anfangs concentrirteren, später aber verdünnten Kalklösung, welche sich bei vielen der Sinternester aus einer theilweisen Lösung der obersten Kalkspathlage dieser Nester bildete, entwickelten;

2) dass das sie bildende Wasser mit Unterbrechuug floss, so dass wenigstens zwischen der Bildung der Nestschale und der Eiersteine, sowie zwischen der Bildung der aragonitischen und der kalkspathigen Schalen eine Periode lag, in welcher kein Wasser tropfte, und
3) dass zu ihrer vollständigen Ausbildung wenigstens ein Zeitraum von 20 bis 40 Jahren gehörte; denn man hat in Stollen, welche nicht so lange verschlossen waren, wohl ihre Anfänge, aber nie ihre vollendeten Gebilde gefunden.

Zugleich aber möchte ich aus dem Bildungsprocesse dieser beiden Arten von Sintergebilden den Schluss ziehen, dass wohl auch alle die Pisolith- und Oolithbildungen, deren Kugeln aus concentrischen Aragonitschalen bestehen, in ähnlicher Weise, wie die Kalksphäroïde in den Sinternestern, aus Lösungen von kohlensaurem Kalk in Kohlensäure haltigem Wasser entstanden sind und durch die, bei ihrer Abscheidung an irgend ein Sandkorn entweichende, Kohlensäure ihre sphäroidische Gestalt erhalten haben. — Hiernach müsste man demnach zwei Arten von oolithischen Kalkgebilden unterscheiden, nämlich:

a. Oolithe, welche aus Kalklösungen entstanden sind und ein concentrisch schaliges Gefüge haben (Eigentliche Oolithe).
b. Oolithe, welche aus geschlämmten Kalk (Kalkbrei) entstanden sind und ein dichtes Gefüge haben (Gemeine Rogensteine) [Siehe oben die Kalkschlammgebilde. S. 359 und 361.].

3) Wenn eine Kalklösung an einer mehr oder weniger senkrechten Steinwand herabsintert, welche eine rauhe Oberfläche hat, so wird diese letztere nach und nach mit einer Kalksinterrinde überkleidet. Die Rinde aber erscheint entweder dicht oder krystallinisch. Das Erstere ist der Fall, wenn die Oberfläche einer solchen Wand einerseits nur kleinkörnig-rauh ist oder andererseits das sie berieselnde Wasser viel Kalk in sich gelöst enthält. Treten dagegen aus einer solchen Oberfläche viel grössere Ecken und Spitzen hervor, so bildet jede dieser letzteren einen Hemm- und Anziehungspunkt für das sie benetzende Rieselwasser; es bilden sich daher in der nächsten Umgebung dieser Vorsprünge, namentlich in den Winkeln, welche sie mit der Wand bilden, Polster und Drusen von Krystallen, die im Verlaufe der Zeit durch weiter hinzutretende Krystalle zu einer schön krystallinischen Rinde zusammenfliessen. Ganz dasselbe findet auch statt, wenn das Rieselwasser seitwärts aus feinen Ritzen der die Wand bildenden Felsmasse hervortritt. Ist in diesem Falle die Wand selbst aus Verwitterungsthon der Felsmasse (aus einem sogenannten Thonbestege) gebildet, dann geht die Krystallbildung in noch vollkommeneren Grade vor sich, indem der Thon die ihn berieselnde Kalklösung festhält und nur ganz allmählig verdunsten lässt. Alles dieses gilt jedoch nur dann, wenn die Menge

des Wassers nicht zu gross ist und nur ganz langsam an einer solchen Wand herabschleicht. Stürzt aber das Wasser in grosser Fülle oder in reissendem Falle an einer Felswand herab, dann wird es höchstens unter den stark hervortretenden Vorsprüngen, wo einzelne Theile desselben geschützt haften können, oder auch an einzelnen Stellen der Wand, an welche das Wasser bei seinem Aufsturze Tropfen spritzt, Krystalldrusen absetzen können. — Die in dieser Weise entstehenden Sinterrinden sind indessen auch nicht immer calcitisch, sondern bisweilen auch aragonitisch, ja es sind mir solche Sinter vorgekommen, welche aus abwechselnden Lagen von faserigem Aragon und krystallinisch körnigem Calcit bestanden. Wie später noch weiter gezeigt werden soll, so kommt es bei der Bildung der einen oder anderen Art der Sinterrinden vorzüglich auf die Menge des im Rieselwasser aufgelösten Kalkcarbonates an.

4) Wenn ferner eine Kalklösung aus der Deckenwand einer Höhle hervortritt, so kann entweder schon an dieser selbst oder auf der Sohle der Höhle ein Kalkabsatz entstehen. An der Höhlendecke werden sie dann erzeugt werden, wenn ihre Lösung aus Spalten hervortritt, welche einen spitzen Winkel mit der Decke der Höhle bilden; auf der Höhlensohle dagegen kommen sie zum Vorschein, wenn die Kalklösung aus senkrecht die Höhlendecke durchbrechenden Spalten hervortritt oder in Folge ihrer Wasserfülle eine zu starke Fallkraft besitzt. — Es kann aber auch zu gleicher Zeit an der Decke und Sohle einer Höhle ein Kalkabsatz entstehen, da dasselbe Wasser, welches Kalk an der Decke ausscheidet, bei seinem Herabtropfen zur Sohle häufig noch etwas Kalk behält, welchen es dann auf der letzteren absetzt. Die auf diese Weise entstehenden Kalkabsätze vereinigen sich oft mit der Zeit zu einem säulenähnlichen Gebilde, welches in seiner oberen, von der Decke herabziehenden, Hälfte oft aus Kalkspath, in seiner unteren, von der Sohle aufsteigenden Hälfte aber aus Aragonit besteht, — ein Umstand, welcher sich, wie wir später noch zeigen werden, nur dadurch erklärt, dass das bildende Wasser bei Erzeugung der oberen Hälfte dieser Säulengebilde mehr Kalk noch in sich enthielt, als bei dem Aufbau des unteren Säulenschaftes.

Im Allgemeinen nennt man alle diese, durch tropfendes Wasser erzeugten, säulenähnlichen Kalkbildungen, welche in ihrer Entstehungsweise die grösste Aehnlichkeit mit den durch gefrierendes und von den Dachtraufen abtropfendes Wasser gebildeten Eiszacken zeigen, Stalaktitenbildungen und unterscheidet unter ihnen die von der Decke einer Höhle herabhängenden als eigentliche Stalaktiten, die von der Sohle in die Höhe ragenden aber als Stalagmiten.

Im Besonderen ist über die Bildungsweise dieser eigenthümlichen Kalkgebilde noch folgendes zu erwähnen:

a. Die eigentlichen Stalaktiten, welche in der Form von theils

massiven, theils hohlen, cylindrischen Säulen und rübenförmigen Zacken, theils von fahnen- oder gardinenähnlichen Häuten von den Decken der Höhlen herabhängen und theils aus Kalkspathrhomboëdern, theils aus Aragonitstengeln bestehen und dann oft ein concentrisch-schaliges Gefüge zeigen, erzeugen sich stets an den Höhlendecken da, wo die Sohle einer ganz allmählig abwärts ziehenden Wasserrinne an der unteren Mündung der letzteren einen Vorsprung bildet, von welchem das Sinterwasser angezogen und so lange festgehalten wird, bis sich der in demselben befindliche Kalk abgesetzt hat. Hat nun dieser Vorsprung eine lang ausgezogene Spitze, so setzt sich aller Kalk an dieser allein ab und bildet im Zeitverlaufe einen zacken- oder säulenförmigen Stalaktiten; erscheint dagegen derselbe in Form einer Schneide mit zahlreichen, nahe aneinander liegenden, wenig hervortretenden Spitzen, so entstehen zwar anfangs an den einzelnen Spitzen dieser Schneide auch einzelne kleine Zackenstalaktite, im weiteren Verlaufe aber bilden sich in den Winkelräumen zwischen diesen letzteren ebenfalls Kalkabsätze, welche allmählig ineinander fliessen und die einzelnen Zacken seitlich untereinander verbinden, so dass die ganze Bildung einem steinernen, mit Franzen gezierten, Vorhange nicht unähnlich sieht. Wenn endlich an der vorspringenden Spitze einer Spaltenmündung sich ein abwärts geneigter, cylindrischer oder mehrkantiger Steinvorsprung (z. B. der hervorragende Theil eines Enkrinitenstieles oder einer Kalkspathsäule) befindet, so überzieht das Bildungswasser zuerst nur die Seitenflächen, aber nicht die nach unten gekehrte Endfläche dieses Vorsprunges mit Kalk, dann aber setzt es allen weiteren Kalk senkrecht an den unteren Kanten des schon gebildeten Sinterüberzuges ab, so dass sich um die untere Endfläche des Steinvorsprunges ein Kalkkranz bildet, aus welchem dann allmählig durch fortgesetzten Kalkabsatz ein hohler Cylinderstalaktit wird.

b. Die Stalagmiten entstehen zwar auf allen Stellen einer Höhlensohle, welche von senkrecht herabtropfenden Kalkwasser benetzt werden, am meisten aber auf den warzenförmig über die Sohle hervorragenden Vorsprüngen; denn tropft Wasser auf den Scheitel dieser Felswarzen, so zertheilt es sich leichter und gleichmässiger über eine grössere Fläche und kann dann auch leichter seinen Kalk absetzen. In Folge davon bildet es nun auf seiner Sammelstelle ein Fussgestell, welches anfangs aus mehr oder weniger kreisförmigen, von unten nach oben am Umfang kleiner werdenden, Kalkscheiben besteht und so die Gestalt eines flachen, stufenförmig abfallenden Kegelwulstes zeigt, später aber durch neu sich absetzende Kalklagen ganz abgerundet wird und hierdurch die Form eines halbkugeligen, von Ringwulsten umschlossenen, Polsters erhält. Indem nun aber im weiteren Verlaufe das

Tropfwasser nicht nur auf den seitlichen Flächen dieses Fussgestelles, sondern auch zugleich auf dem Scheitel desselben Kalk absetzt, entsteht allmälig auf dem letzteren ein Säulenschaft, welcher ganz ähnlich den Stalaktitensäulen aus lauter concentrisch übereinander liegenden Kalkrinden besteht, die zu unterst flachconvex, weiter oben gewölbtconvex und zu oberst kegelförmigconvex erscheinen. Die so sich bildenden Säulen zeigen demnach nie eine ganz cylindrische, sondern eine nach oben an Dicke abnehmende, fast kegelförmige Gestalt. Haben sich nun dieselben senkrecht unter einem an der Decke herabhängenden Stalaktiten aus dem von diesem letzteren abtropfenden Wasser gebildet, so vereinigen sie sich zuletzt mit diesem zu einer einzigen Säule, welche aber gewöhnlich, — wenigstens im Anfange —, an ihrer Vereinigungsstelle dünn erscheint und von dieser aus nach oben und unten zu an Dicke zunimmt und so häufig in ihren Umrissen einer sogenannten Sanduhr nicht unähnlich sieht.

Bemerkung: Es würde zu weit führen, wenn hier auch die ganze Fortbildungsweise dieser Stalaktiten und Stalagmiten gegeben werden sollte. Ich verweise daher in dieser Beziehung auf meine schon oft citirte Abhandlung, in welcher von S. 274—287 die Stalaktitenbildungen weitläufig beschrieben worden sind. Reich an den verschieden geformtesten, bald Bündelsäulen, bald prächtig gefalteten Vorhängen und Fahnen ähnlichen, Stalaktiten ist unter anderen die Adelsberger Höhle in Krain und die Sophienhöhle in der fränkischen Schweiz.

5) Wenn endlich ein kohlensauren Kalk führendes Wasser, sei es eine Quelle oder ein Bach, seinen Kalkgehalt an Pflanzenkörpern oder anderen an ihrer Oberfläche mit zackigen Vorsprüngen versehenen Organismenresten absetzt, dann entstehen bald eckig- oder rundkörnige, bald auch krystallinische Aggregate, welche man im Allgemeinen zu den Tuffkalken zählt. Auch diese Kalkbildungen zeigen mancherlei Modifikationen, wie folgende Thatsachen zeigen werden.

a. Krystallinische Calcittuffbildungen. An dem Abflusse einer, gelösten Kalk haltigen, Quelle am Kielforst bei Herleshausen (1 Meile westlich von Eisenach) befindet sich eine Kalksinterterrasse, welche dicht mit freudiggrünen Polstern und Wäldern von Astmoosen (Hypnum-Arten) bewachsen ist. Die Haftorgane dieser Pflanzen stecken sämmtlich in dem lockeren, vom Wasser durchrieselten Kalktuffe ihres Standortes und sind selbst schon von feinen krystallinischen Kalkrinden überzogen; ja an den Moospolstern erscheinen selbst die unteren Theile der Stengel und Blätter schon inkrustirt, während der obere Theil derselben mit den Blättern noch munter fortvegetirt. Sie sehen wirklich schön aus, diese in festem Steine wurzelnden und selbst halb Stein gewordenen und doch üppig noch fortlebenden und sich ver-

mehrenden Pflanzenrasen, welche ihr steinernes Fussgestell mit lauter halbkugeligen Polstern bedecken.

Um zu erfahren, wie tief die Vegetationsmasse in dem Kalktuffe hinabreiche und wie dieser selbst in seinem Inneren beschaffen sei, schlug ich da, wo die Tuffterrasse an seinem seitlichen Felsvorsprung anlehnte, ein Stück von der Dicke der ganzen Tuffmasse ab und untersuchte es mit einer sehr scharfen Loupe. Hierdurch erhielt ich folgende Resultate, welche sich auch an anderen Stellen dieser Ablagerung wiederholten:

1) Die frischen, noch in voller Lebensthätigkeit sich befindenden Gliedmaassen des Mooses reichen 3 Zoll tief in die Tuffmasse hinab. Weiter hinab erscheinen sie abgestorben, aber nicht dürr, sondern klebrig schmierig und in Fäulniss begriffen. Bei 6 Zoll Tiefe sind schon die meisten ganz zersetzt, so dass die sie umschliessende Kalktuffmasse aus einem wahren Gewirre von ineinander mündenden Kalkröhren besteht, deren innere Wandungen von einer kohligen Pflanzensubstanz bekleidet sind. Bei 10 Zoll Tiefe ist nur von einzelnen Wurzeln, welche aber wahrscheinlich von Gräsern herrühren, noch hier und da ein kleines Büschel zu bemerken, so dass die Tuffmasse nur noch aus einer labyrinthisch sich verfilzenden Kalkröhrenmasse besteht, deren einzelne Röhren aber noch deutlich die Formen des ehemals von ihnen umschlossenen Mooses zeigen. Bei 12 Zoll Tiefe besteht der Tuff aus einem zelligen Haufwerke von körnigen Trümmern zerdrückter Kalkröhrchen, welche durch ein krystallinisches Kalkbindemittel untereinander zum Ganzen verkittet erscheinen und bei etwa 36 Zoll Tiefe bildet derselbe ein eckigkörniges poröses Tuffgestein, welches nur noch von grösseren Röhren, den Ueberresten von Grashalmen und Abdrücken von Buchenblättern durchzogen wird. Indessen lassen sich die einzelnen Körner der Tuffmasse unter starker Vergrösserung noch ziemlich deutlich als Reste von ehemaligen Moosröhrchen erkennen. Tiefer abwärts aber besteht die Tuffmasse nur aus abgerundeten Kalkkörnern, welche zwischen sich ein zartes kalkspathiges Bindemittel wahrnehmen lassen, bis sie in ihrer untersten Lage, soweit ich dieseselbe untersuchen konnte, wieder Moosröhrchen erkennen lässt.

2) Nach allem diesen scheint die ganze eben beschriebene Kalktuffablagerung von unten bis oben hinaus vorherrschend aus inkrustirten Moosrasen auf ganz dieselbe Weise gebildet worden zu sein, wie sie sich noch gegenwärtig aus denselben forterzeugt. Ich glaube daher am besten die Entstehungsweise dieses Kalktuffgebildes angeben zu können, wenn ich die Weise schildere, wie sich noch

gegenwärtig in der Umgebung des Massholderbrunnens Kalktuff bildet. In der immer nassen Umgebung dieses Brunnens siedeln sich zuerst die schöngrünen Ueberzüge der Marchantien an; sie bilden zunächst das erste Netz, in welchem das Wasser der Quelle seinen gelösten kohlensauren Kalk absetzt, sodann aber auch bei ihrer Verwesung den Nahrungsboden, auf welchem sich recht bald ganze Rasen von Astmoosen (Hypnum-Arten) ansiedeln. Das seinen wallförmigen Kalktuffrand überfliessende Wasser der Quelle schleicht nun in unzählbare Riesel vertheilt durch diese Mooswälder und überzieht überall die von ihm umschlängelten Theile der Moosstämmchen zuerst mit einer äusserst zarten amorphen und dann darüber mit einer feinen calcitischen Kalkrinde. Spätere Riesel verdicken diese Rinden allmählig so, dass sie zwischen den dicht zusammenstehenden Moospflänzchen seitlich zu einer schwammigen, körnigkrystallinischen Tuffmasse zusammenfliessen. Indem nun während des Sommers das Quellwasser unaufhörlich diese Mooswälder berieselt, erhöht sich der schwammige Kalkabsatz zwischen denselben in günstigen (nicht zu trockenen und heissen) Sommern vom Mai bis zum October bis zu einer Höhe von 10 Linien, so dass oft nur noch die Spitzen der Moosstämmchen 1 Zoll hoch aus dem sie umschliessenden Kalkabsatze hervorragen. Sowie aber die feuchte kühle Herbstzeit eintritt, ändert sich dies; die Moose treiben aus ihren Spitzen neue Aestchen und verlängern sich, so dass sie wieder den Kalkabsatz bedeutend überragen, zugleich senkt sich in Folge seines zunehmenden Gewichtes der lockere, noch nicht steinhart gewordene und noch immer durchfeuchtete, Kalktuff so, dass seine Masse im Spätherbst oft kaum noch 5 Linien Höhe hat. Durch den nun folgenden Frost hört zeitweise auch aller Wasserzufluss und folglich auch alles Kalkabsetzen auf, so dass er bis zum Beginn des folgenden Sommers sich nur sehr wenig erhöht, ja oft sogar — in schneereichen Wintern — an Masse geringer geworden zu sein scheint. So ist die Thätigkeit der Quelle innerhalb eines Jahres, so wiederholt sie sich in jedem folgenden Jahre, wenn sonst nicht die Sommer zu trocken und heiss sind, und so hatte diese Quelle in einem Zeitraume von 20 Jahren eine Kalktuffablagerung von 5 Zoll Dicke gebildet, in welcher noch immer dieselben Moosstämmchen vegetiren, welche vom Anbeginn an das Netz gebildet hatten, um welches sich der Kalk absetzte; denn einzelne solcher, von mir mittelst Essigsäure von ihrer Kalkhülle befreiten, oberwärts noch frisch fortlebenden Moosstämmchen reichten von der Kalkoberfläche bis zum Grunde derselben und

erschienen an ihrem untern Stocke erst bei einer Tiefe von 2¾ Zoll abgestorben.

In der auf diese Weise gebildeten Kalktufflage gehen aber im Verlaufe ihrer weiteren Entwickelung mehrere Veränderungen vor sich. Zuvörderst drücken die obersten und jüngsten Kalkabsätze allmählig so auf die unteren und älteren, dass die zarten — fast parallel nebeneinander stehenden — Kalkröhrchen, aus denen ihre Masse besteht, zusammenknicken, wodurch die ganze Masse nun ein verworren röhriges Gefüge bekommt; sodann wird durch das, fortwährend die gebildete Kalkmasse durchsinternde, Rieselwasser in allen Lücken, Röhren und Poren derselben Kalkspath abgesetzt, wodurch dieselbe dichter und krystallinischer wird; endlich aber sterben die unteren Enden aller inkrustirten Moosstämmchen ab und verfaulen, wodurch quellsatzsaures Ammoniak entsteht, welches nun die Kalkröhrchen dieser Stämmchen anätzt und theilweise wieder löst, um sie den noch fortwuchernden Moosen als Nahrung zuzuführen. Hierdurch werden einerseits diese Röhren so bröckelig und andererseits die sie bildenden krystallinischen Kalkspathkörner so abgerundet, dass ihre Masse durch den von oben her auf sie einwirkenden Druck zerquetscht und erst durch später sie benetzendes Kalkwasser zu einem sandigkörnigen Ganzen wieder vereinigt wird

3) Nach diesen — seit einer langen Reihe von Jahren gemachten — Beobachtungen ist also in der That die untere, 3—4 Fuss mächtige Lage von porösen und rund sandigkörnigem, festem Kalktuffe, nichts weiter als ein umgeänderter Röhrenkalk, welcher, wie oben gezeigt worden, nur dadurch entstanden ist, dass bei der eintretenden Zersetzung der inkrustirten Moosstämmchen die zarten Kalkspathröhrchen durch die jetzt sich bildenden Humussäuren (Quell- und Quellsatzsäure) theilweise gelöst und hierdurch so mürbe gemacht werden, dass sie von dem Drucke der über ihnen lagernden Kalktuffmasse zuzammengedrückt in ein Haufwerk von (durch Abätzung ihrer Krystallecken und Kanten) abgerundeten Krystallkörnchen und Krümchen zerfielen, welches erst später durch eindringendes Sinterwasser verkittet wurde. Und wirklich zeigt auch die Masse dieses Tuffes, bei starker Vergrösserung betrachtet, kleine, hier und da noch eckige, durchdichtige Kalkspathkörnchen und zwischen diesen ein zartes kalkiges Bindemittel. Soviel über meine Beobachtungen über die Kalktuffbildung am Kielforste.

b. Aragonittuffbildungen. Bei Langensalza (2 Meilen von Gotha) befinden sich mächtige Kalktuffablagerungen, welche ein ehemaliges Seebecken ausfüllen und in denen erdig- oder sandigkörnige Kalkschichten mit Bänken wechseln, welche aus inkrustirten Erlen-, Linden-

und Weidenblättern bestehen oder auch ganz von inkrustirten Schilf- und Rohrhalmen durchzogen sind. Die Hauptmasse dieser Tuffablagerung ist erdig oder sandigkörnig, und entsteht aus dem Kalkschlamme, welchen die — aus Muschelkalkbergen hervorkommenden — Bäche dem Bildungsbecken dieses Tuffes zuführen; die Kalkrinden der Rohrhalme und Blätter aber bestehen zum grossen Theil aus aragonitischen Aggregationen. Wo man nun die Bildung dieser Rinden noch gegenwärtig beobachten kann, da wird man immer folgende Erscheinungen bemerken:

1) Die Rinden der Rohrhalme zeigen sich überall da sandigkörnig, wo diese Rohrhalme noch mehr oder weniger vollständig vorhanden; dagegen überall da strahligfaserig (aragonitisch), wo diese Halme durch Verwesung verschwunden sind. Diese Erscheinung lässt sich nur dadurch erklären, dass die Kalkschlammrinde, welche anfangs die einzelnen Halme umschloss, durch das bei der allmähligen Verfaulung der Pflanzensubstanz entstehende quell- oder kohlensaure Wasser theilweise wieder aufgelöst und dann später an den Wänden der Halmenhöhlungen, in denen die Kalklösung stehen blieb, als Aragonitschale abgesetzt wurde.
2) Die Blätterlagen dagegen zeigen stets an ihren beiden Flächen feinporöse Krystallrinden, jedoch an ihrer oberen Fläche stets eine Rinde weniger als an ihrer unteren, und ausserdem an der Stelle der ehemaligen Blattscheibe eine zarte Trennungsspalte, so dass man beide Rinden von einander trennen kann. Soweit nun meine Beobachtungen reichen, sind diese Rinden auf folgende Weise entstanden:

   Die Blätter dieser Lagen sind entweder bei dem jährlichen Laubfalle im Herbste durch den Wind von den an den Ufern des ehemaligen Wasserbeckens wachsenden Bäumen in das Wasser geweht oder durch die Bäche herbeigefluthet worden. Anfangs obenauf schwimmend und flach ausgebreitet, boten sie der im Seewasser gelösten Kalkmasse eine gute Haftstelle und überzogen sich in Folge davon bald an ihrer oberen und unteren Fläche mit einer äusserst zarten schleimigen Kalkrinde, welche an der, der Luft zugekehrten, oberen Fläche der Blätter schneller erstarrte als sie sich krystallinisch ausbilden konnte, an ihrer unteren, vom Wasser benetzten Blattfläche dagegen nur ganz allmählig erstarrte und dadurch Zeit behielt, ihre Theile krystallinisch (aragonitisch?) auszubilden. Durch diese Kalkrinden aber schwerer werdend sanken sie etwas tiefer unter den Wasserspiegel, so dass nun auch ihre obere Fläche vom Wasser bedeckt wurde; und indem sich jetzt von neuem Kalk an ihre beiden Flächen auf den schon gebildeten Kalkrinden absetzte, entstand eine zweite zarte Kalkrinde, welche nun an beiden Flächen

krystallinisch wurde, da auch die obere Fläche nicht mehr von der Luft bestrichen wurde. — In diesen Verhältnisen mag wohl der Grund liegen, warum man so häufig, namentlich in den kleinen Wassertümpfeln der Kalk führenden Bäche, Blätter findet, welche an ihrer unteren Fläche keine amorphe, sondern zwei krystallinische Rinden zeigen, so lange noch wirkliche Blattsubstanz zwischen den beiden Kalküberzügen vorhanden ist. — Indessen waren nun die Blätter durch diesen doppelten Ueberzug so schwer geworden, dass sie sich ganz zu Boden senkten und auf dem daselbst befindlichen Kalkschlammabsatze niederliessen, wo sie allmählig durch neue Kalkniederschläge ganz umhüllt wurden. Aber in diesem ihrem Lagerbette erlitten sie nochmals eine Veränderung: Durch den Einfluss des Wassers und auch des kohlensauren Kalkes zersetzte sich die noch vorhandene und überrindete Blattsubstanz allmählig ganz, es entwickelte sich aus ihr quellsatzsaures Ammoniak, ein Salz, welches kohlensauren Kalk zersetzt und sich mit der Kalkerde desselben zu einem im Wasser leicht löslichen Doppelsalze (quellsatzsaure Ammoniak-Kalkerde) verbindet. Durch dieses Salz wurde nun zunächst die amorphe Kalkrinde an der oberen Blattfläche zersetzt und wieder gelöst, — da pulveriger Kalk leichter zersetzt und gelöst wird als krystallinischer —, dann aber auch der krystallinische Ueberzug theilweise angeätzt, so dass nun von dem ursprünglichen Blatte nur noch die eine krystallinische Kalkrinde der oberen und der krystallinische Doppelüberzug der unteren Blattfläche und zwischen beiden an der Stelle des ehemaligen Blattes eine zarte Höhlung übrig blieb.

b. Soviel über den Einfluss von Ort und Unterlage auf die Formung des sich aus seinen Lösungen ausscheidenden kohlensauren Kalkes. Nächst ihnen kommt es nun zunächst auf die Menge und Bewegungsgrösse des kalkführenden Wassers an. — Es ist bekannt, dass es viele Höhlen im Kalksteingebiete giebt, welche kaum Spuren von jungen Kalkgebilden besitzen, obwohl sie fortwährend von kalkhaltigem Wasser durchzogen werden. So zeigt der oben schon erwähnte Kielforst in keiner einzigen seiner zahlreichen Höhlungen irgend eine Kalksinterbildung, obgleich er nach vielen Richtungen hin von Wasseradern durchzogen wird; aber die Quellen und Rieselbäche, welche seinem Fusse entquellen, setzen überall reichliche Kalktufflager ab. Umgekehrt kommen aus den Muschelkalkbergen bei Eisenach viele Quellen, welche keine Spur von Kalktuff in der Umgebung ihres Beckens absetzen, während alle Spalten und Ritzen in diesen Bergen mit Kalksintern der verschiedensten Art erfüllt sind. An diesen eigenthümlichen Verhältnissen hat in einer Beziehung allerdings die

Richtung der Wasserkanäle einen grossen Antheil; denn durchschneiden diese die Schichtmassen eines Berges mehr oder minder senkrecht, so gestatten sie dem sie durchdringenden Wasser einen zu raschen Abfluss, so dass dieses gar keine Zeit behält, Kalk abzusetzen. Allein in den eben genannten beiden Bergmassen zeigt das Wasser führende Spaltennetz, so weit meine Beobachtung reicht, ziemlich gleiche Streichungs- und Fallwinkel. Indessen ist die Menge des Wassers, welche in jedem Augenblicke eine einzelne Spalte des bewaldeten Kielforstes durchzieht, viel grösser, als in den Spalten der unbewaldeten Kalkberge Eisenachs. Hiernach erscheint also das Wasser selbst als die Hauptursache für die verschiedenen Ablagerungsorte und Ablagerungsformen des Kalkes. In der That ist dies auch wirklich der Fall; denn es ist allbekannt, dass eine geringe Menge Wassers von seiner Unterlage viel stärker angezogen und eben deshalb auch in ihrem Laufe viel mehr aufgehalten wird als eine grosse Quantität Wassers, weil diese letztere wegen ihres grösseren Gewichtes weit mehr Sturzkraft besitzt, als die erstere. Wenn aber eine Wassermasse mit grosser Geschwindigkeit] einen Canal durchstürzt, so behält sie auch unter sonst ganz günstigen Verhältnissen nicht Zeit, Kalk absetzen zu können; ja sie nimmt sogar bei sehr starker Sturzkraft die vielleicht in trockenen Sommern durch verminderte Wassermengen gebildeten Kalkabsätze wieder mit fort. Wird nun vollends ihre Sturzkraft durch den starken Fall ihres Kanales vermehrt, so wird ihr jede Gelegenheit genommen, von ihrem Kalkgehalte etwas an die Wände dieses Canales abgeben zu können. — In allem diesen liegt demnach der Grund, warum starke Wassermengen zumal bei senkrechtem Sturze nur da erst Kalkabsätze bilden:

a. wo kleinere Mengen von ihnen durch wagrechte Vorsprünge an den Wandungen ihrer Canäle zurückgehalten werden. In diesem Falle werden sich namentlich die Kalkabsätze in dem geschützten Winkel unter diesen Vorsprüngen bilden;
b. wo einzelne Tropfen und Riesel ihres Wassers so hingespritzt werden, dass sie nicht gleich von nachfolgenden Spritzungen wieder mit fortgerissen werden können;
c. wo die ganze Wassermasse aus ihrem jähen Sturze in eine sanft gleitende Bewegung übergeht. Dies ist der Fall da, wo das Wasser aus dem Berginneren hervortritt und sich in dem am Bergfusse gelegenen ebenen Lande entweder zu einem flachen, langsam dahin murmelnden Bache ausbreitet oder in ein weites Seebecken ergiesst;
d. wo die schnellfliessende oder stürzende Wassermasse mit einer in steter Bewegung befindlichen Luftschichte umgeben ist, welche die durch die schnelle Wasserbewegung frei werdende Kohlensäure mit sich wegführt. Dies ist ebenfalls da der Fall, wo eine solche Wassermasse aus dem Berginneren heraustritt. Daher kommt es, dass man

häufig an der Felswand hinter Wasserfällen die schönsten Kalksinterbildungen bemerkt.

In eben dieser Fliessgeschwindigkeit liegt aber auch ferner der Grund, ırum starke Sturzgewässer im Berginneren nur da krystallinische ılksinter absetzen, wo einzelne Tropfen und Riesel von ihnen haften bleın, dagegen an ihrem Ausflusse aus dem Berge und in der näheren Umbung ihres Quellbeckens Kalktuffe bilden, welche ganz dicht sind oder ıs abgerundeten Krystallkörnern bestehen. Es setzen sich wohl ı den Vorsprüngen ihres Beckenrandes krystallinische Sinterrinden ab, lein jeder nachfolgende Quellsprudel reisst dieselben von ihrer Unterlage ı und wirbelt sie dann so lange hin und her, bis die einzelnen Krystalleile zu abgerundeten Körnern geworden sind.

In allen den eben mitgetheilten Thatsachen liegt also endlich auch der rund, warum kalkhaltiges Wasser in Spalten und Höhlungen von Kalkrgen um so mehr Kalksinter absetzt, je geringer einerseits seine Masse t und je sanfter geneigt, enger und unebener andererseits seine Canäle nd. Enthält nun vollends ein solches Wasser nur kleine Quantitäten alk in sich gelöst, so wird es auch überall da, wo es sich längere Zeit stsetzen kann, — z. B. in Blasenräumen seines Nebengesteines —, die hönsten Krystallgruppen bilden.

c. Wie nun von der Menge und Fliessgeschwindigkeit der kalkführenm Wassermasse, so hängt die Körpergestaltung des sich aus ässeriger Lösung absetzenden Kalkes vorzüglich von der enge des in einem bestimmten Wasserquantum vorhandenen alkes, so wie von der Geschwindigkeit, mit welcher das ösungswasser verdampft, ab.

1) Dass aus einer concentrirten Kalklösung noch dazu bei rascher Verdunstung ihres Wassers sich keine vollständig ausgebildeten Krystalle, sondern nur halbkrystallinische Körner oder nur erdigpulverige Kalkmassen ausscheiden können, ist allbekannt und kann leicht beobachtet werden, wenn man in eine concentrirte Lösung von Aetzkalk so lange Kohlensäure leitet, bis der hierdurch entstehende Niederschlag von kohlensaurem Kalk wieder ganz aufgelöst worden ist, dann aber die eine Hälfte der so erhaltenen Lösung stark mit destillirtem Wasser verdünnt und sie an einem kühlen, schattigen Orte ganz allmählig verdampfen lässt, die andere Hälfte aber unverdünnt an einem sonnigen, warmen Orte zur Verdampfung hinstellt. Gewiss wird man alsdann in dem Gefässe mit stark verdünnter und sehr langsam verdampfender Lösung einen Krystallabsatz, in dem Gefässe mit concentrirter und schnell verdampfender Lösung dagegen einen pulverigen Kalkniederschlag bemerken.

2) Wie aber nicht nur überhaupt die Krystallisationsfähigkeit des kohlen-

sauren Kalkes, sondern selbst die Art der Krystallbildung und durch diese die Entstehung von Calcit oder Aragonit abhängig ist von dem Concentrationsgrade einer Kalklösung und deren schnellerer oder langsamerer Verdampfung, das haben sowohl die sorgfältigen Versuche G. Roses, wie auch meine eigenen Beobachtungen gelehrt. Ersterer fand durch seine Versuche, welche er 1860 in den Abhandlungen der königl. Akademie zu Berlin veröffentlichte, dass aus einer und derselben Kalklösung sich nach einander Calcit und Aragonit entwickeln kann: Calcit zuerst, so lange diese Lösung noch viel kohlensauren Kalkes enthält; Aragonit zuletzt, wenn nach Ausscheidung von Calcit sich nur noch wenig Kalk in der Lösung befindet. — Ich selbst habe durch viele Beobachtungen, welche ich an Kalksinterbildungen im Gebiete des dolomitischen Kalksteines der Zechsteinformation, des Eisenspathes und des Basaltes angestellt und in meiner schon mehrfach erwähnten Abhandlung (S. 288—317) mitgetheilt habe, in dieser Beziehung folgende Erfahrungen gemacht:

1) Eine Meile östlich von Eisenach wurde vor einigen Jahren, zwischen dem Dorfe Farnroda und dem Marktflecken Ruhla am östlichen Fusse der Gromsberges, ein kleiner Steinbruch in einem zur Zechsteinformation gehörigen und von kohligen Theilen (Bitumen) ganz dunkelrauchbraun gefärbten dolomitischen Kalksteine (sogenannten Rauhkalk) angelegt. Nachdem man etwa 7 bis 8 Fuss weit das anstehende, zellig zernagte und von Brauneisensteinadern durchzogene Gestein weggebrochen hatte, stiess man auf eine etwa 1 Fuss breite Spalte und hinter dieser — nach Wegbrechung ihrer einen Wand — auf eine 5 Fuss breite, 8 Fuss hohe und 10 Fuss lange Höhle, deren stark zerklüftete Wände von mehreren 1 bis 3 Zoll breiten Eisenspathadern und einer zollbreiten Schwerspathader durchzogen waren. Im Hintergrunde dieser kleinen Höhle drang aus einer 9 Zoll breiten, im Eisenspathkalk befindlichen Kluft ein prächtiges Kalksintergebilde hervor, welches einem zu Eis erstarrten Wasserfalle täuschend ähnlich sah. Wie eine Cascade stürzte dasselbe über 3 Stufen herab, auf jeder Stufe sich wellig kräuselnd und an den stark vorspringenden Ecken der es einengenden Kluftwände in 6 bis 12 Zoll langen, äusserlich geringelten Stalaktiten herabtropfend. Aeusserlich war die Sintermasse dieser Cascade mit lauter, fast parallel neben einander stehenden Längswülsten versehen, welche von der Länge der einzelnen Stufen waren, über welche sich der ganze Sinterstrom ergoss, und so dem Ganzen das Aussehen gab, als bestände es aus lauter seitlich mit einander verschmolzenen und steingewordenen Wasserrieseln. Innerlich dagegen hatte die Masse dieser Sintercascade ein ganz eigen-

thümliches Gefüge: Sie zeigte sich nämlich als ein Aggregat von über einander stehenden Zonen, welche abwechselnd aus parallel verwachsenen Aragonitstengeln und rhomboëdrischem Calcit bestanden. — Ein Bruchstück dieses Sinters liess sich sehr leicht in der Richtung der Aragonitsstengel spalten, indessen stets nur bis zu Zwischenlagen von Kalkspath; an jeder dieser letzteren brachen sie ab, so dass also zwischen den einzelnen Kalkspath- und Aragonitzonen kein fester innerer Zusammenhang stattfand.

2) An der Göpelskuppe dicht hinter Eisenach lagert ein sehr zelliger, stark zerklüfteter, dolomitischer Kalkstein. In einem Steinbruche, durch welchen eine der Klüfte in diesem Kalksteine ganz blos gelegt und erweitert worden war, zeigte sich die oberste Lage dieses Gesteines in reinen Dolomit umgewandelt und voll leerer Zellen und Ritzen. 5 Fuss unter der Oberfläche war zwar der Kalkstein auch noch Dolomit, aber seine Zellen und Spalten waren ganz ausgefüllt mit Drusen und Krystallrinden des reinsten Kalkspathes. Und bei 12 Fuss Tiefe war das Gestein nur noch dolomitischer Kalkstein und zeigte in seinen Klüften die schönsten Aragonitdrusen, während in seinen Zellen ganz angewitterte, zum Theil mehlige Kalkspathdrusen lagen. Ich kann mir diese Erscheinungen nur durch die Annahme erklären, dass zunächst die oberste Lage des dolomitischen Kalksteines durch kohlensaures Wasser seiner überschüssigen kohlensauren Kalkerde beraubt und dadurch in wahren Dolomit umgewandelt worden ist, dass sodann das kohlensaure Wasser seine Kalkmassen in den Zellen und Lücken der tieferen Gesteinslagen als Kalkspath wieder abgesetzt hat; dass endlich später eindringendes Wasser diese Kalkspathkrystalle wieder theilweise aufgelöst und als Aragonit von neuem abgesetzt hat.

3) Vor etwa 16 Jahren gelangte man an dem (Gehege bei Brotterode) durch Abteufung eines Schachtes in einer Tiefe von 136 Fuss in einen alten — vor etwa 50 Jahren verlassenen — nach aussen ganz verschütteten Bau. In diesem Baue entdeckte man eine wahre „Schatzkammer" von allen möglichen Gestalten der aragonitischen Sintergebilde. Von der Sohle der finsteren Kluft ragten zahlreiche Stalagmiten in die Höhe, die Wände waren stellenweise übergossen mit Sinterpolstern, von der klüftigen Decke hingen herab Stalaktiten verschiedener Grösse und zwischen diesen letzteren erschien der in Brauneisenstein umgewandelte Eisenspath, an seiner Aussenseite geschmückt hier mit emailähnlichen, seidenglänzenden, schneeweissen, traubigen und nierenförmigen Aragonitpolstern, oder mit stark glasglänzenden, durchsichtigen, farblosen Aragonitkrytsall-

sternen, und dort mit seidenweissen, 1 bis 3 Zoll langen, Sinterbüscheln, welche bald wie überzuckerte Pflanzenwurzeln, bald wie die Dornensteine von den Wellen der Salzgradirhäuser, bald wie kleine Korallenstöcke aussahen und aus allen Ritzen des Eisensteines hervorzuquellen schienen. Am interessantesten und schönsten unter diesen lieblichen Sintergebilden des kohlensauren Kalkes war ein 3½ Zoll langer, einem Korallenstocke täuschend ähnlicher, Sinterbüschel, „welcher sich — nach der Mittheilung des Herrn Berg-Inspectors Danz zu Herges — in einem von den Vorfahren vorhandenen Bohrloche angesiedelt hatte und den Beweis lieferte, dass diese Eisenblüthengebilde erst nach der Einstellung des Bergbaues entstanden waren." Bemerkenswerth aber war es, dass mit Ausnahme der Stalaktiten diese Gebilde schon fertig gebildet zu sein scheinen, indem an ihnen zur Zeit meiner Beobachtung keine Spur von bildendem Wasser zu entdecken war.

Die unmittelbare Gesteinsunterlage, aus welcher alle diese Kalkgebilde hervorgesprosst erscheinen, ist ein mit etwas Manganoxyd gemengter Brauneisenstein, welcher nach allen Richtungen hin von einem — gegenwärtig mit Aragonit ausgefüllten — Netze von sehr feinen Ritzen so durchzogen ist, dase seine Masse stark mit Säuren aufbraust. Etwa 3 bis 5 Zoll unter seiner Oberfläche geht dieser Brauneisenstein in einen rauchgrauen, fein krystallinischen bis fast dichten Eisenspath über, dessen Masse stets verunreinigt ist von kohlensaurem Manganoxydul, kohlensaurer Magnesia und kohlensaurer Kalkerde. Die Mengen der letzteren wechseln indessen in diesem Eisenspathe so stark und so schnell, dass z. B. in zwei Proben desselben, welche ich dicht neben einander aus ein und derselben Lage geschlagen hatte, der Kalkgehalt in der einen nur 0,08 und in der andern schon 2,34 betrug. Vielfach angestellte Analysen führten mich daher nur zu dem allgemeinen Resultate, dass in diesem Stocke drei Sorten Eisenspath je nach der Grösse ihres Kalkgehaltes unterschieden werden können:

eine kalkarme, welche 0,05 bis 1,10;

eine kalkreichere, welche 1,5 bis 2,75 und

eine kalkreiche, welche über 5 pCt. kohlensaure Kalkerde, ja oft so viel von der letzteren enthält, dass sie geradezu als ein Eisenkalkstein angesehen werden kann.

Dabei ist, wie schon oben erwähnt, wohl zu beachten, dass namentlich die ersten beiden Sorten bunt durch einander, ja oft neben einander vorkommen, während die kalkreiche mehr in der nächsten Umgebung des dolomitischen Kalksteins lagert, ja sogar Uebergänge in diesen letzteren zeigt. Für das Vorkommen der Kalksinter sind diese Verhältnisse von grosser Bedeutung; denn meine wiederholt angestellten Versuche haben mich zu dem Resultate geführt,

dass die aragonitischen Kalksinter in der Regel nur auf dem kalkarmen, die Kalkspathsinter dagegen stets nur auf dem kalkreicheren und kalkreichen Eisenspathe vorkommen, während die aus abwechselnden Lagen von Kalkspath und Aragonit bestehenden Sinter in der Regel an solchen Stellen des Eisenspathstockes auftreten, wo die Mengen des kohlensauren Kalkes in einer und derselben Lage des Eisenspathes sehr vielfach wechseln.

Wie soll ich diese Erscheinungen erklären? Es sei mir vergönnt, meine aus den Beobachtungen der Natur gewonnene Ansicht hier mitzutheilen, ohne damit zu sagen, dass sie die einzige wirklich richtige ist; denn zur Entscheidung dieser Frage bedarf es erst noch weiterer Beobachtungen an anderen Orten.

Unter den Bestandtheilen des Eisenspathes hat der kohlensaure Kalk nicht nur die meiste Anziehungskraft zum kohlensauren Wasser, sondern auch die leichteste Löslichkeit in demselben. Wenn daher solches Wasser zum Eisenspath gelangt, so wird es immer zuerst den kohlensauren Kalk und erst dann den Eisen- und Manganspath lösen, wenn kein kohlensaurer Kalk mehr vorhanden ist. Enthält nun aber dieses Wasser neben Kohlensäure auch noch Sauerstoff, wie dies ja in der Regel bei dem, vom Tage aus in die Steinklüfte eindringenden, Meteorwasser der Fall ist, so wird zu derselben Zeit, in welcher das kohlensaure Wasser den Kalk des Eisenspathes auflöst, der Sauerstoff desselben das Eisen- und Manganoxydul unter Austreibung ihrer Kohlensäure in Eisen- und Manganoxydhydrat d. i. in Brauneisenstein umwandeln, welcher dann nicht mehr im Wasser löslich ist und demnach als feste Masse zurückbleibt. Denken wir uns nun, dass Tagewasser von aussen her durch Klüfte des Eisenspathes rieselt, so wird es zunächst die von ihm berührten Theile der Kluftwände ihres Kalkes berauben und in Brauneisenstein umwandeln. Indem aber nun der Eisenspath durch Wegführung seines Kalkgehaltes an seiner Oberfläche mürbe und rissig wird, gelangt das Tagewasser auch zu seinen inneren Theilen und beraubt und wandelt sie um, so dass allmählig die ganze Eisenspathmasse von aussen nach innen von einem — durch Auslaugung des Kalks entstandenen —, Netze zahlloser Risse durchzogen wird, durch welche nun das mit kohlensaurem Kalke beladene kohlensaure Wasser abwärts sintert, bis es wieder an die Aussenwände einer Kluft gelangt, wo es nun seinen Kalk in der oben beschriebenen Weise so lange absetzt, als es eben Kalk aus dem Eisenspath erhalten kann. Da aber die Masse des Eisenspathes selbst hier mehr, dort weniger kohlensauren Kalk (oft nur Spuren davon) besitzt, so enthält das aus ihr hervorrieselnde Wasser nicht immer gleich viel Kalk in sich gelöst. In Folge davon wird es auch nicht überall in den Klüften gleich construirte Sinter absetzen, sondern da, wo es eine concentrirtere Lösuug bildet, Sintergebilde mit kalkspathigem Gefüge, dagegen da,

wo es eine sehr verdünnte Lösung darstellt, Sinter mit aragonitischem Gefüge erzeugen. Auf diese Ansicht hin erscheint mir wenigstens die Erscheinung zu deuten, dass an allen meinen Beobachtungsorten die Aragonitsinter an kalkarmen Eisenspathen, die Kalkspathsinter aber an kalkreichen Eisenspathen vorkamen; ja es scheint sich durch diese Ansicht sogar die Erscheinung zu erklären, dass ein und dieselbe Sintermasse aus abwechselnden Lagen von Aragonit und Kalkspath besteht, wenn man festhält, dass das aus ein und denselben Ritzen hervorsinternde Wasser abwechselnd bald mit kalkreicheren, bald mit kalkarmen Eisenspathlagen in Berührung kommt und demnach bald viel, bald nur wenig Kalk in sich auflösen kann. Es thut mir sehr leid, dess ich über diesen Gegenstand in den von mir untersuchten Eisenbergwerken weiter keine Gewissheit erlangen konnte, als die schon oben ausgesprochene, dass nämlich die aragonitischen Sinter, namentlich die sogenannten faserigen Eisenblüthen, vorherrschend in den Klüften des kalkarmen Eisenspathes auftreten, während die aus dichtem oder krystallinischem Kalkspathe gebildeten Sinter namentlich in den Klüften der kalkreicheren Eisenspathe vorkommen. Von dem Bildungswasser derselben konnte ich leider nichts zur Untersuchung erhalten, da die sämmtlichen von mir beobachteten Orte so wenig Wasser bemerken liessen, dass ich es zur weiteren Prüfung nicht zu sammeln vermochte. Ich konnte daher zu dem obigen Schluss nur durch die Erfahrung gelangen, welche mir die chemische Analyse aller der Eisenspathlagen lehrte, auf denen sich die eine oder die andere Art Sinter zeigte und der zufolge, wie ich schon oben ausgesprochen habe, der Eisenspath in der nächsten Umgebung der Aragonitsinter sehr kalkarm, ja in der unmittelbaren Unterlage dieser Sinter sogar kalkleer war, während er sich überall im Gebiete der Kalkspathsinter kalkreich zeigte.

Hatte nun das an den Wänden der Eisenspathritzen herabrieselnde kohlensaure Wasser aus dem geringen Kalkgehalte der äusseren Lage des Eisenspathes die erste Anlage zu einem Aragonitsinter gebildet, dann hörte seine Wirkung momentan auf, indem es aus der von ihm kalkleer gemachten Eisenlage dem eben abgesetzten Sinter keinen neuen Kalk zuführen konnte. Die Folge davon war, dass sich der gebildete Sinterabsatz erst in sich so weit ausbilden konnte, dass die neu sich absetzende zweite Lage, welche das Wasser aus der nächstfolgenden inneren Lage des Eisenspathes zuführte, sich nicht mit der ersten vermischen konnte, sondern wieder eine für sich bestehende Zone bildete. Indem es nun aber mit dieser zweiten und überhaupt mit jeder nächstfolgendeu Sinterzone ebenso ging wie mit der zuerst gebildeten, da ja das bildende Wasser seinen Kalkgehalt immer mehr aus dem Innern des Eisenspathes holen und in Folge davon einen immer weiteren Weg zurücklegen musste, ehe es von innen herausdringend

seinen geraubten Kalk an der schon vorhandenen Sinterzone absetzen konnte, musste das ganze Sintergebilde eine Zusammensetzung von lauter über einander liegenden strahligen Zonen oder Nadeltrichtern bilden, deren jede für sich ein abgeschlossenes Ganze darstellt, wie man es auch an mehreren der Eisenblüthen deutlich bemerkt, indem sich die einzelnen Aestchen derselben in einzelne Nadelbüschel oder Trichter von einander trennen lassen.

Endlich aber muss ich hier noch auf eine Beobachtung aufmerksam machen, welche ich wiederholt gemacht habe. Es fanden sich nämlich die von mir bis jetzt beobachteten aragonitischen Kalksinter immer in Klüften, welche nach aussen hin ganz gegen allen Luftzutritt abgeschlossen waren, die kalkspathigen Sinter dagegen an Orten, welche entweder fortwährend oder doch zeitweise von der äusseren Luft durchstrichen werden konnten. Erfahrene Bergleute, denen ich diese Beobachtung mittheilte, bestätigten dieselbe und machten mich ausserdem noch darauf aufmerksam, dass es ihnen schon vorgekommen sei, „dass noch weiche (?) aragonitische Stalaktiten in Eisensteinklüften einerseits sich an ihrer Oberfläche in Kalkspath umgewandelt hätten oder andererseits mit einer Lage von wirklichem Kalkspath überzogen worden wären, wenn sie längere Zeit durch die in den Stollen eindringende atmosphärische Luft bestrichen worden seien.“

Nach dieser Erfahrung würden sich also aus den Kalkabsätzen des Wassers in Klüften, in welchen eine ruhige Luftschicht, eine sich fortwährend gleichbleibende, Temperatur und demzufolge eine nur ganz langsame Verdampfung des Lösungswassers stattfindet, Aragonit bilden, dagegen an Orten, in welchen ein öfterer Luftwechsel und in Folge davon eine schnellere Verdunstung des Lösungswassers und eine öfters abwechselnde Temperatur vorkommt, Kalkspath erzeugen. Es liesse sich dann mit Hülfe dieser meiner Frfahrungen für die Entstehungsweise der aragonitischen Kalksinter annehmen, dass diese Art Sinter sich überall in solchen Klüften und Höhlungen bilden, in denen überhaupt Kalklösungen unter Abschluss alles Luftwechsels und bei einer sich gleichbleibenden Temperatur möglichst langsam verdunsten. Hiermit stände dann wohl im Einklange die Beobachtung, welche ich an dem Vorkommen von Aragoniten in den oben genannten dolomitischen Kalksteinen sowohl am Marktberge wie an der Göpelskuppe gemacht habe. Denn wie ich oben angegeben, befinden sich in den oberen, mit Luft in Berührung stehenden Zellen und Klüften dieser Gesteine nur Kalkspathdrusen, während in den tieferen — erst durch Steinbrecher-Arbeiten der Luft geöffneten — Klüften die schönsten radialstengligen Aragonitdrusen vorkommen. Ja, ich glaube sogar, dass in solchen von dem Luftwechsel ganz unabhängigen Klüften, in Folge von nur ganz allmählig stattfindender Verdampfung selbst aus concentrirteren Kalklösungen Aragonite entstehen kön-

nen. — Oder wären vielleicht die Aragonite in dem Dolomite an der Göpelskuppe dadurch entstanden, dass später in dieses Gestein eingedrungenes kohlensaures Wasser von den früher abgesetzten Kalkspathdrusen — gleichsam im Fluge — etwas aufgelöst und dann später als Aragonit wieder abgesetzt hätte? Die an den Ecken abgerundeten, mehlig gewordenen Kalkspathkrystalle sowohl als auch die oft wiederholte Beobachtung, dass kohlensaures Wasser von Kalkspathkrystallen viel weniger Kalk aufzulösen vermag, sprechen freilich für das Letztere.

4) Endlich hat sowohl G. Rose, wie Friedolin Sandberger die Beobachtung gemacht, dass auch Calcitrhomboëder mit Beibehaltung ihrer ursprünglicher Form sich von Aussen nach Innen allmählig in aragonitische Prismen zertheilen können. G. Rose beschreibt in dieser Beziehung (Abhandl. d. Berl. Akadem. 1856. S. 66) spitze Calcitrhomboëder, welche „von einer Menge feiner schneeweisser Risse durchzogen sind, von denen viele in unter einander paralleler Richtung sich in Linienentfernung wiederholen und unter dem Mikroskope betrachtet aus lauter kleinen (aragonitischen) Prismen bestehen. — F. Sandberger aber beschreibt (im N. Jahrb. der Min. 1866. S. 472—478) ziemlich grosse Kalkspathkrystalle (R^3—2 R) aus Drusenräumen des Basaltes der Braunkohlengrube Alexandria bei Höhe (Westerwald), „welche beim Zerschlagen sich ganz und gar aus einer Anzahl regelmässig um die Hauptaxe des Kalkspathes gruppirter, locker auf einander gelagerter, spiesiger Stückchen bestehend erwiesen und bei genauer Untersuchung und 120facher Vergrösserung als Aggregate kleinerer Aragonitprismen, deren domatische Enden an den Seiten und Enden der Spiese hervorragen, erschienen, und demnach unzweifelhaft als eine Paramorphose von Aragonit nach Kalkspath anzusehen waren.“ — Ganz dieselbe Erscheinung beobachtete er an gelblich weissen Kalkspathkrystallen ($\frac{5}{7}$ R) aus Drusen des Dolerites von Steinheim bei Hanau.

Aus allen diesen Resultaten lassen sich nun im Allgemeinen weiter folgende Schlüsse über die Entstehung von Aragonit- und Kalkspathgebilden ziehen.

1) Aragonitgebilde entstehen vorherrschend aus sehr verdünnten Kalklösungen, aber sie können auch aus schon concentrirteren Lösungen erzeugt werden, wenn sich diese Lösungen an, gegen häufigen Luft- und Temperaturwechsel verschlossenen, Orten befinden, wo sie nur äusserst langsam verdampfen können.

2) Kalkspathgebilde dagegen entstehen vorherrschend aus concentrirten Kalklösungen, aber sie können auch aus verdünnten Lösungen hervorgehen, wenn sich diese Lösungen an recht luftzugigen, ihre Temperatur häufig wechselnden, Orten befinden, wo sie rasch ververdampfen können.

3) Kalkspath-Aragonitgebilde endlich bilden sich vorzüglich da, wo das kohlensaure Wasser seiner Umgebung bald mehr, bald weniger Kalk rauben und absetzen kann; aber ausserdem auch zugleich aus einer und derselben, stets gleich vielen Kalk haltigen, Lösung, wenn sich dieselbe an einem Orte befindet, welcher abwechselnd eine Zeit lang gegen den äusseren Luftzutritt geschlossen und dann wieder geöffnet ist.
4) Das vorzüglichste Bildungsmaterial zur Aragonitbildung scheinen Kalkspathe, Dolomite, kalkarme Eisenspathe und Kalkerde haltige Silicate, welche schwer durch kohlensaures Wasser zersetzbar sind (z. B. Augite), zu sein.
5) Für Kalkspathbildungen aber sind das gewöhnlichste Bildungsmaterial Kalksteine, dolomitische Kalksteine, kalkreiche Eisenspathe und kalkhaltige Silicate, welche leicht durch kohlensaures Wasser zersetzbar sind (z. B. Labrador und Anorthit).
6) Krystallinische Felsarten, welche aus einem Gemenge von leicht und schwer durch kohlensaures Wasser zersetzbaren, kalkerdehaltigen Silicaten bestehen, wie die Augit und Labrador oder Oligoklas und Hornblende haltigen Grünsteine, Basaltite und Melaphyre können daher beide Arten von Kalksintergebilden erzeugen.

Soviel über die Umgestaltungsverhältnisse des kohlensauren Kalkes durch kohlensaures Wasser. Ausser dem kohlensauren Wasser können nun aber auch noch manche andere Potenzen und Stoffe auf die Umänderung der Gestalt und Aggregationsweise des kohlensauren Kalkes einwirken. So gehören zu den Umwandlungen, durch welche die Körperform, aber nicht der Bestand des kohlensauren Kalkes verändert wird, 1) die Pseudomorphosen, welche der Calcit nach anderen Mineralformen bildet. Im Ganzen genommen sind dieselben wegen der leichten Löslichkeit des Calcites selten, indessen hat man doch mehrere derselben schon aufgefunden. So ist nach Blum der sogenannte Schaumkalk nichts weiter als eine Umwandlungspseudomorphose des Calcites nach Gypsspath (vgl. Pseudom. S. 47). Wie aber dieselbe entstanden, das ist schwer zu erklären. — Ebenso erwähnt Breithaupt einer solchen Pseudomorphose des Calcites nach Flussspath aus dem Forstwalde bei Schwarzenberg im Erzgebirge. — Ferner sind die sogenannten Gurkenkerne von Sangerhausen nichts weiter als Pseudomorphosen des kohlensauren Kalkes nach Gaylussit, welche durch Auslaugung des kohlensauren Natrons aus dem letztgenannten Minerale entstanden sind. — Endlich hat man den Calcit auch in Pseudomorphosen nach Anhydrit, Apophyllit, Analcim, Baryt, Granat, Orthoklas gefunden. 2) Muss auch zu diesen Umwandlungen die Umänderung des dichten Kalksteins in körnig-krystallinischen durch vulcanische Hitze in luftabgeschlossenen Räumen gerechnet werden. Es ist zwar diese

Art der Umwandlung in der neueren Zeit vielfach angezweifelt worden, allein G. Roses neueste Versuche haben sie zur Gewissheit erhoben.

Zum Schlusse dieser Wandlungsgeschichte des Kalkcarbonates möge es gestattet sein, hier noch der Frage: Wieviel Kalkcarbonat enthält unter den gewöhnlichen Verhältnissen Wasser, welches Sinter absetzt, in sich gelöst? zu gedenken. Ich habe, um diese Frage beantworten zu können, verschiedene Versuche angestellt und durch diese folgende allgemeine Resultate erhalten:

1) Die Menge des Kalkcarbonates, welches Kohlensäure haltiges Wasser in sich auflösen kann, hängt zunächst ab von der Menge der Kohlensäure, welche das Wasser besitzt. Diese aber ist wieder abhängig

   a. von der Menge der Kohlensäure spendenden Stoffe, unter denen vor allen die verwesenden Körper des Pflanzenreiches hervortreten; darum:

      So lange Kalkberge mit einer lebenden Pflanzendecke versehen sind, wird durch die verwesenden Abfälle der letzteren immer eine grosse Menge Kohlensäure und Wasser präparirt. Werden nun diese Abfälle durch den Schirm der noch lebenden Gewächse — namentlich der Bäume — gegen aushagernde Luftströmung und gegen die zur Verdampfung reizenden Sonnenstrahlen geschützt, so wird die volle Menge ihres kohlensauren Wassers abwärts in die Klüfte und Spalten der Kalkberge fliessen und hier Kalkcarbonat gelöst und dann später Kalksinter gebildet werden. Wenn aber solche Kalkberge entwaldet und überhaupt ihrer Pflanzeudecke beraubt werden, dann üben Luftströmungen und Sonnenstrahlen ihre volle Kraft auf die noch vorhandenen Pflanzenabfälle aus, so dass diese ausdorren und zu kohligem Pulver zerfallen, welches nicht weiter verwest; dann also hört auch alle Kohlensäurewasserbildung und in Folge davon auch alle Kalklösung und Sinterbildung auf. In allem diesen liegt der Grund, warum die Stalaktitenbildungen in Höhlen, welche in, ganz mit Wäldern oder Culturland bedeckten, Kalkbergen liegen, noch fortdauern, während sie in den Höhlen kahler Kalkberge ganz aufgehört haben oder nur äusserst schwach sind.

   b. von der Art und Weise, wie Kohlensäure mit dem Wasser in Verbindung tritt. Wie schon im I. Hauptabschnitte bei der Beschreibung der Kohlensäure und ihrer Wirksamkeit gezeigt worden ist, so saugt 1 Volum Wasser unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur 1 Volumen Kohlensäure in sich auf; wenn aber dasselbe einen nach Aussen fast ganz abgeschlossenen Kohlenraum ausfüllt, in welchen Kohlensäure aus den tiefen Lagen der Erdrinde ein-

dringt, so saugt es zuerst 1 Volumen Kohlensäure freiwillig in sich auf, sodann aber wird von der noch weiter zudringenden Kohlensäure, welche nicht nach Aussen entweichen kann, ein um so grösserer Druck auf das Wasser ausgeübt, je mehr dasselbe einerseits den Höhlenraum ausfüllt und je grösser andererseits die noch zutretende Menge der Kohlensäure ist. In Folge davon wird sich nun alle weiter zutretende Kohlensäure in die Masse des Wassers einzwängen. Das Wasser eines solchen Höhlenraums enthält demnach einerseits ein Quantum von ihm freiwillig angesogener und andererseits ein mehr oder minder grosses Quantum in seine Masse eingepresster Kohlensäure; es wird nun demgemäss auch ein viel stärkeres Kalklösungsvermögen als das von Aussen her in Kalkberge eindringende Meteorwasser besitzen.

2) Die Menge des in einem Wasser gelösten Kalkcarbonates hängt ferner ab von der Beschaffenheit der Kalkgesteine, welche ein kohlensaures Wasser benetzt: Krystallisirtes Kalkcarbonat löst sich am schwersten; krystallinisch körniges leichter; poröses oder erdig-dichtes am leichtesten.

3) Die Menge des gelösten Kalkcarbonates hängt ferner ab:
   a. von dem Winkel, unter welchem Kohlensäurewasser Kalkgesteine durchzieht: Je senkrechter die Wasserkanäle, um so schneller durcheilt das lösende Wasser dieselben, um so weniger behält es Zeit, Kalk lösen zu können.
   b. von der Wassermenge und der Richtung der Wassercanäle: Grosse Wassermassen haben stets im Verhältnisse zur Menge ihres Wassers nur wenig Kohlensäure, und in Folge ihrer Wucht eine zu grosse Sturzkraft und dadurch zu wenig Zeit, um die Wände ihrer Durchzugs-Canäle stark annagen zu können. In steil niedersetzenden Canälen werden sie daher fast gar keinen Kalk lösen, sondern nur mechanisch Kalktheile abscheuern.

4) Die Menge des in einem Wasser gelösten Kalkcarbonates hängt endlich ab von der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen eines Jahrraumes:
   a. Im Herbste (und auch im Anfange des Frühlings) enthält Wasser stets mehr Kohlensäure und in Folge davon auch mehr gelösten Kalk, alles dieses aus dem einfachen Grunde, weil einerseits während des Sommers die in grösster Lebensthätigkeit begriffene Pflanzenwelt mit ihren Wurzeln sehr viel kohlensaures Wasser und alle in diesem gelösten Bodensalze — unaufhörlich in sich aufsaugt — und andererseits im Herbste durch die alljährlich absterbenden Pflanzenglieder das Material zur Bildung von Kohlensäure und löslichem kohlensauren Kalk um vieles vermehrt wird.

b. In feuchtwarmen Jahren verwesen die Pflanzenmassen leichter als in sehr trockenen; darum wird in jenen auch mehr Kohlensäurewasser entstehen und in Folge davon auch mehr Kalk gelöst werden.

Folgender Versuch wird diese letzten beiden Aussagen bestätigen: Eine Kupfermünze, welche ich im Anfange des Septembers 1862 in einer unserer Muschelkalkhöhlungen unmittelbar an der unteren Mündung einer stark tropfenden Spalte befestigte, hatte am 1. Mai 1863 einen, nicht ganz liniendicken Kalküberzug. Ich wischte denselben ab und befestigte die Münze augenblicklich wieder an der Mündung der Tropfspalte. Nach Verlauf des mässig feuchten Sommers untersuchte ich die Münze wieder am 29. September desselben Jahres. Sie hatte nur einen hauchdünnen Ueberzug von Calcit. Am 25. April 1864 aber zeigte sie wieder einen gut linienstarken Ueberzug und am 1. September desselben Jahres war dieser letztere nur unmerklich stärker geworden. Jetzt lies ich nun die Münze ein volles Jahr unberührt an ihrem Orte; am 20. September 1865 aber zeigte sie einen Ueberzug von $1\frac{3}{4}$ Lin. Dicke. Sie hatte also in einem Jahre einen kaum 2 Lin. dicken Ueberzug erhalten. Bemerken muss ich aber bei diesem Versuche, dass grade das Rieselwasser in der zur Untersuchung angewendeten Höhle viel Sinter absetzte.

B. Umwandlungen, welche der kohlensaure Kalk an seinem chemischen Gehalte unbeschadet seiner Krystallgestalt erleiden kann. (Masseumwandlungen).

Der kohlensaure Kalk braucht, wie früher schon gesagt worden ist, neben der kohlensauren Magnesia unter allen Carbonaten der alkalischen Erden und Schwermetalloxyde das wenigste kohlensaure Wasser zu seiner Lösung. Die nächste Folge davon ist, dass er

1) aus seinen chemischen oder mechanischen Mischungen mit einem dieser schwer löslichen Carbonate oder auch mit einem anderen unlöslichen Minerale durch kohlensaures Wasser leicht ausgezogen werden kann, so dass diese letzteren allein in dem Raume zurückbleiben, welchen sie früher mit dem kohlensauren Kalke gemeinschaftlich inne halten;
2) den in kohlensaurer Lösung befindlichen Carbonaten der übrigen alkalischen Erden und Schwermetalloxyde das Lösungswasser entzieht, sobald sie mit ihm in Berührung kommen, so dass sie sich absetzen müssen, während er selbst sich in dem ihnen geraubten kohlensauren Wasser auflöst. Da aber dieser Process von Aussen her erfolgt und zwar so, dass immer nur die zunächst sich berührenden kleinsten Theilchen des Kalkes und der Lösung aufeinander einwirken, so muss

auch der Absatz der sich aus ihrer Lösung ausscheidenden Mineraltheile von Aussen und zwar in der Weise erfolgen, dass sich stets an die Stelle eines sich lösenden kleinsten Kalktheiles augenblicklich ein sich ausscheidendes Mineraltheilchen setzt und die durch das Verschwinden des Kalkes entstandene Lücke im Krystallraume ausfüllt.

Die weitere Folge aber ist nun, dass

a. im ersten Falle die nach Auslaugung des kohlensauren Kalkes zurückgebliebenen Carbonate oder sonstigen mineralischen Beimengungen noch in derselben Krystallform auftreten, welche sie früher mit dem Kalke gemeinschaftlich inne halten, und welche eigentlich dem nun verschwundenen Kalke angehört;

b. im zweiten Falle aber die vom Kalke ihres Lösungswassers beraubten Mineralien sich in demselben Krystallraume absetzen müssen, welchen der nun ausgelaugte Kalk früher allein einnahm.

In beiden Fällen ist also zwar die Masse des kohlensauren Kalkes verschwunden, aber seine Körperform ist geblieben, wenn auch ganz oder theilweise ausgefüllt von der Masse anderer Mineralien. In dem ersten der eben genannten beiden Fälle bildet alsdann die zurückgebliebene Mineralmasse, welche gewöhnlich aus Eisen, Mangan oder Zinkspath, oder auch aus Eisenoxyd oder Mangansuperoxyd, kurz aus den vorher mit dem kohlensauren Kalke gemischten Verunreinigungen des letzteren bestehen, ein poröses, zelliges, den Calcitkrystallraum nicht vollständig erfüllendes Gerippe, welches in der Regel bei der geringsten Berührung zusammenfällt. In dem zweiten der obigen Fälle dagegen erscheint die von Aussen her in den Krystallraum des Kalkes getretene Mineralmasse entweder nur als Ueberzug auf den noch übrig gebliebenen Kalkkrystallkern oder als Rinde über den nach Auslaugung des Kalkes hohlgewordenen Krystallraum desselben oder auch als Ausfüllungsmittel des ganzen Krystallraumes.

Von diesen Pseudomorphosen anderer Mineralien nach Calcit- oder Aragonitkrystallen giebt es eine grosse Zahl. Bischoff nennt in seinem Lehrb. der chem. Geologie Bd. II. S. 239 zwanzig Mineralien, welche in Formen von Kalkspath auftreten, nämlich: Quarz, Prasem, Eisenkiesel, Chalcedon, Karniol, Hornstein, Halbopal, Feldstein (?) Meerschaum, Fluorit, Pyrolusit, Hausmannit Manganit, Zinkspath, Kieselzink, Eisenoxyd, Brauneisenstein, Eisenkies, Strahlkies, Eisenspath, Malachit. Ich selbst besitze aus den Ilmenauer Pyrolusitgruben ein grosses Calcitskalenoëder, welches aber aus Baryt mit einem Pyrolusitüberzuge besteht, (vgl. hierzu §. 53). Unter ihnen mögen folgende als die am häufigsten vorkommenden hier eine nähere Erwähnung finren:

1) Bitterspath und Quarz in Formen von Kalkspath. Blum beschreibt in dem Nachtrag zu seinen Pseudomorphosen (S. 134)

Quarzpseudomorphosen aus der Grube Teufelsgrund im Münsterthal, an denen die Krystallspitzen aus Bitterspath bestehen, der übrige Krystallraum aber mit Quarz erfüllt ist. Nach ihm bildete in diesem Falle zunächst der Bitterspath eine dünne Rinde um den Kalkspath, dann aber verdrängten kohlensaure Lösungen von Kieselsäure allmählig sowohl die Bitterspathrinde bis auf die Krystallspitzen wie den noch übrigen Kalkspath und setzte sich an dessen Stelle.

Ebenso erwähnt er solcher Pseudomorphosen von Bitterspath nach Kalkspath aus den Erzgängen des Erzgebirges, Böhmens, Ungarns und theilt darüber mit, dass die Umwandlung des Calcites in Bitterspath durch von Aussen hinzutretende Lösung von kohlensaurer Magnesia in der Weise vor sich gegangen sei, dass für ein hinzutretendes Atom Magnesiacarbonat ein Atom Kalkcarbonat ausgetauscht und ausgelaugt worden sei, (vgl. Blum Pseudom. S. 51. 55).

2) Eisenspath nach Kalkspath kommt oft vor. Ich selbst habe eine solche Pseudomorphose von Gera besessen, welche aus einem, zelligen, zum Theil schon in Brauneisenerz umgewandelten, Eisenspath bestand und sattelförmig eingebogene Rhomboëderflächen besass. Hätte diese Pseudomorphose nicht die Rhomboëderwinkel des Calcites, so möchte ich fast glauben, dass sie aus der Auslaugung seines kalkreichen Eisenspathes hervorgegangen wäre.

3) Sehr schön sind die grossen, inwendig hohlen, Umhüllungspseudomorphosen des Braun- und Rotheisenerzes nach Calcitskalenoëdern von Schwarzenberg in Sachsen und von Pyrolusit nach Calcitskalenoëdern von Ilmenau, welche indessen schon bei der Beschreibung der Eisenoxyde (§. 54) und der Manganoxyde (§. 55) näher angegeben worden sind.

4) Auch Zinkspath, sowie Kieselzink, kommt in innerlich hohlen, äusserlich warzigen, Umhüllungspseudomorphosen nach Calcitkrystallformen nicht selten vor, so im Rammelsberg bei Goslar und bei Iserlohn in Westphalen, wo unter anderem auch 3—5 Zoll grosse, äusserlich rauhe, aber scharfkantige, schwarzbraungefärbte Umhüllungspseudomorphosen vorkommen, welche aus einem Gemenge aus Kieselzink und Brauneisenstein bestehen. — Diese interessanten Pseudomorphosen können entweder dadurch, dass in kohlensaurem Wasser gelöstes kieselsaures Zinkoxyd und kohlensaures Eisenoxydul mit Calcit in Berührung kam und von diesem dann des kohlensauren Lösungswassers beraubt wurden, so dass sie sich auf den Calcitkrystallen absetzen mussten, während das Kalkcarbonat dieser Krystalle ausgelaugt wurde, — oder auch dadurch entstanden sein, dass — nach v. Monheims Beobachtungen — zuerst aus Schwefelzink durch Oxydation schwefelsaures Zinkoxyd und dann bei der Berührung dieses

letzteren mit den Calcitkrystallen durch Austausch der Säuren einerseits unlösliches kohlensaures Zinkoxyd (Zinkspath) und andererseits schwefelsaurer Kalk (Gyps), welcher allmählig ausgelaugt wurde, entstand.

5) Malachit kommt gar nicht selten in Verdrängungspseudomorphosen nach Calcit vor. So finden sich an den Ebersbergen bei Farnroda (1 Meile östlich von Eisenach) kleine spitze Calcitrhomboëder, deren Körpermasse ganz aus kohlensaurem Kupferoxyd besteht. Jedenfalls sind dieselben dadurch entstanden, dass Kupferglanz, welcher in dem an diesen Bergen lagernden Kupferschiefer zahlreich eingesprengt ist, durch Oxydation sich in schwefelsaures Kupferoxyd umwandelte, dessen Lösungen alsdann mit den von ihnen benetzten Calcitkrystallen die Säuren tauschten, so dass unlösliches Kupfercarbonat und auslaugbarer Gyps entstand. Da man diese Pseudomorphosen nur in den alten, offenen Schachtlöchern findet, so sind sie höchst wahrscheinlich von neuer Entstehung.

6) Fluorit wurde nach Blum (Nachtrag S. 19) in Verdrängungspseudomorphosen nach Calcit auf der Grube Teufelsgrund bei Niedermünsterthal gefunden. Diese Pseudomorphose sitzt auf derbem Quarz und besteht aus einem etwa 1½ Zoll langen, äusserlich krystallisch drusigen, innerlich aber ganz glatten, ganz aus Fluorit bestehenden, Krystalle. — Bei Bergassessor Sack in Halle sah ich selbst einen Stiel von Rhodokrinites verus, welcher aus Calcit besteht und einen grossen Fluorit in der Form eines Calcitrhomboëders umschliesst. — Da Fluorit in kohlensaurem Wasser etwas löslich ist, so scheinen diese Pseudomorphosen dadurch entstanden zu sein, dass einer solchen Fluoritlösung von den Calcitkrystallen, mit denen sie in Berührung kam, das kohlensaure Lösungswasser entzogen wurde, so dass sich in demselben Verhältnisse, wie sich der kohlensaure Kalk der Krystalle löste, augenblicklich an dessen Stelle Fluorit absetzte.

C. Umwandlungen, welche der kohlensaure Kalk an Masse und Gestalt erleiden kann. (Vollständige Umwandlung).

Der kohlensaure Kalk kann, wie oben schon bemerkt, sehr leicht in eine andere Masse umgewandelt werden, weil einerseits die in ihm vorhandene Säure nur eine sehr schwache und darum leicht auszutreibende und andererseits seine Basis eine sehr starke und darum auch nach stärkeren Säuren aller Art sehr gierige ist; und endlich auch Kalkcarbonat eine grosse Neigung besitzt, mit anderen Carbonaten Doppel- oder auch Multipelsalze zu bilden, sobald es nur mit Carbonaten in Berührung tritt, welche unter den gewöhnlichen Verhältnissen mit ihm ziemlich gleichen Lösbarkeits-

grad in kohlensaurem Wasser besitzen, (vgl. hierzu die unten folgende Bsschreibung des Dolomites und Siderites).

Soll indessen bei dieser Umwandlung nicht blos die Masse, sondern auch die Gestalt des Kalkcarbonates eine andere werden, so muss der umwandelnde Stoff gleich von vorn herein in so grosser Menge und mit solcher Stärke auf den umzuwandelnden Calcit oder Aragonit einwirken, dass er rasch sich der ganzen Kalkerdemenge desselben bemächtigen kann. Ist dies nicht der Fall, wirkt der umzuwandelnde Stoff von Aussen her nur in sehr verdünnten Lösungen, in sehr kleinen Mengen und nur nach und nach auf einen solchen Kalkkrystall ein, dann wird er gewöhnlich nur sehr langsam und von Atom zu Atom umgewandelt, so dass, wie im Vorigen gezeigt worden ist, sich zwar die Masse, aber nicht die Gestalt des Kalkcarbonates ändert.

Am ersten findet noch eine vollständige Umwandlung des Kalkcarbonates statt, wenn dieses letztere selbst zuerst durch Kohlensäure haltiges Wasser aufgelöst wird und dann mit Mineralsubstanzen in innige und längere Berührung kommt, mit denen es sich entweder unmittelbar verbinden, oder die Säuren tauschen kann. Das erste findet statt, wenn es z. B. bei Luftabschluss mit Lösungen von Magnesia- oder Eisenoxydul in Berührung kommt; das zweite aber kommt vor, wenn Kalkcarbonatlösungen z. B. mit Sulfaten, Phosphaten und Arseniaten der Schwermetalloxyde in Verbindung tritt.

Belege:

1) Schon bei der Beschreibung der Eisenkiese, des Eisenvitrioles des Gypses und des Limonites ist auf die Umwandlung des Kalkcarbonates in Gyps und Apatit aufmerksam gemacht worden. Hier sei daher nur noch erwähnt, dass in den alten verfallenen Kobalt- und Nickelerzstollen in dem Grauliegenden der Zechsteinformation bei Riechelsdorf und Eisenach gar nicht selten kleine Pharmakolithhalbkugeln vorkommen, welche äusserlich mit einer dünnen Rinde von rothem Kobaltoxyd (rothem Erdkobalt) oder von Nickeloxyd umschlossen sind und doch wohl dadurch entstanden sind, dass Kalkcarbonatlösungen der Kobalt- oder Nickelblüthe die Arsensäure entzogen haben.

2) Eine kleine Meile westlich von Eisenach setzt beim Dorfe Hörschel ein fussbreiter Gang von knolligem Basalt durch den Muschelkalk. Dieser letztere erscheint unmittelbar zu beiden Seiten des Basaltganges bis auf eine Entfernung von 10 Zoll hart, vom Messer kaum ritzbar klingend, im Bruche splitterig und uneben ins Flachmuschelige. Mit Salzsäure behandelt braust er nicht mehr auf, wohl aber löst er sich allmählig unter Abscheidung von schleimiger Kieselsäure. Hiernach

ist also der kohlensaure Kalk in der unmittelbaren Berührung mit dem Basalte in kieselsauren Kalk umgewandelt worden. Ob nun aber diese Umwandlung durch den Basalt schon während seines Empordringens hervorgebracht worden ist, oder erst durch die bei der Verwitterung desselben frei gewordene Kieselsäure, das ist schwer zu entscheiden. Indessen scheint es nicht wahrscheinlich zu sein, dass das Erstere der Fall war, da bekanntlich die Kieselsäure nur in der Schmelzhitze die Kohlensäure aus dem Kalke vertreiben und sich mit ihm verbinden kann.

3) Volger beschreibt in seinen „Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien" (1854 S. 150 ff.) einen Adularkrystall von St. Gotthard, in welchem Adular und Kalkspath innigst und zwar so mit einander verwachsen sind, dass man annehmen muss, dass in kohlensaurem Wasser gelöster Adular in die Blätterdurchgänge des Kalkspathes eindrang, daselbst aber seines Lösungswassers von dem letzteren in der Weise beraubt wurde, dass er selbst sich absetzte, während der kohlensaure Kalk zum Theil ausgelaugt wurde. — Aehnliche Umwandlungen von Kalkspath in Periklin beschreibt derselbe Gewährsmann im Neuen Jahrbuche für Mineralogie 1854 S. 281 und 292.

§. 65b. Bildungsquellen des kohlensauren Kalkes.

Wie der kohlensaure Kalk selbst für sich allein unermessliche Gebirgsmassen zusammensetzt und nur selten ganz in einem Gebiete der Erdrinde fehlt, so giebt es unter den für die Gesteinsbildung wichtigen Mineralarten auch nur sehr wenige, welche nicht irgend eine Quantität Kalkerde zum chemischen Bestandtheile haben. Unter ihnen ist es eigentlich nur der Quarz, welcher wohl nie mit Kalkerde gemischt auftritt; alle übrigen aber, selbst Serpentin, Chlorit, Talk und Kaliglimmer, enthalten wenigstens hie und da Spuren dieser alkalischen Erde. Sieht man indessen von denjenigen Mineralien ab, welche nur ausnahmsweise einmal Kalkerde, als theilweise Stellvertreterin einer anderen für ihre Zusammensetzung wesentlichen Basis, enthalten; so möchten hauptsächlich folgende Mineralarten zu nennen sein, unter deren chemischen Bestandtheilen die Kalkerde nie fehlt:

a. unter den Fluoriden der Flussspath;
b. unter den Nitraten der Kalksalpeter;
c. unter den Sulfaten der Gyps und Anhydrit;
d. unter den Phosphaten der Apatit;
e. unter den Carbonaten der Dolomit; (meist auch der Eisenspath)
f. unter den Silicaten:

1) Kalküberreiche mit über 20 pCt. CaO.	2) Kalkreiche mit 10—20 pCt. CaO.	3) Kalkarme mit 5—10 pCt. CaO.
Kalkeisengranat. (auch Kaneelstein)	Scolecit.	Chabasit. (Kalkharmotom).
Epidot.	Mesolith.	Epistilbit.
Pistacit.	auch Prehnit. (Laumontit und Davyn).	Stilbit.
Diopsit.	Anorthit.	Andesin. (Oligoklas).
gemeiner Augit	Labrador.	Hypersthen.
(Vesuvian. Wernerit.)	Diallag.	Arfvedsonit.
	Strahlstein.	(Nephelin und Elaeolith).
	Kalkhornblende.	
	Uralit.	

(Orthoklas, Kali- und Magnesiaglimmer enthalten zwar oft auch 0,5—5 pCt. CaO, noch häufiger aber gar keine Kalkerde).

Alle diese eben angeführten Kalkerde haltigen Mineralien können nun als Quellen für die Bildung von kohlensaurem Kalk angesehen werden. Indessen erscheinen nicht alle gleich ergiebig; denn abgesehen von ihrem grösseren oder kleineren Kalkgehalte sind sie nicht alle gleich leicht zersetzbar. In dieser Beziehung stehen diejenigen von ihnen oben an, welche durch Kohlensäure haltiges Wasser, diesem überall vorhandenen Zersetzungsmittel der Natur, angegriffen, gelöst oder umgewandelt werden können. Dies ist der Fall bei den Kalkerde haltigen Carbonaten (Dolomit und Eisenspath) und Silicaten. Ja bedenkt man, dass die erstgenannten Carbonate auch erst aus der Zersetzung der letzteren hervorgegangen sind, so muss man die kalkreichen Silicate geradezu als die Hauptbildungsquelle für den kohlensauren Kalk annehmen, denn die Kalkerde haltigen Phosphate, Sulfate und Nitrate, wie Apatit, Gyps und Kalksalpeter werden nur erst dann in Kalkcarbonat umgewandelt, wenn Carbonate des Kali und Natron (so beim Gyps und Salpeter) oder auch des Eisens, Kupfers und Bleies (so beim Apatit) auf ihre Lösungen einwirken.

Wie nun die einzelnen Arten der kohlensauren Silicate, unter denen namentlich der gemeine Augit, die gemeine und basaltische Hornblende, der Labrador und Anorthit als die am häufigsten auftretenden Felsgemengtheile hier hervorzuheben sind, bei ihrer Zersetzung kohlensauren Kalk liefern, so thun dies natürlich auch die aus ihnen gebildeten, gemengten krystallinischen Felsarten. Ja diese letzteren vermögen dies in einem noch weit stärkeren Maasse, da sie in der Regel aus Verbindungen von mehreren kalkreichen Silicatarten bestehen. Auf diese Weise erscheinen ausser manchen Dioriten vorzüglich die Melaphyre, welche aus Kalkhornblende und Anorthit bestehen, die Diabasite, welche aus Augit oder Diallag, Delessit

und Labrador gemengt erscheinen, und die Basaltite, welche Augit, Labrador und auch wohl basaltische Hornblende enthalten, als die unerschöpflichen Bildungsstätten des kohlensauren Kalkes.

Erläuterungen und Belege.

1) Wie später bei der Beschreibung der oben erwähnten Silicate noch weiter gezeigt werden soll, so trifft man häufig Krystalle des gemeinen Augites und der Hornblende, welche äusserlich zwar sehr frisch aussehen, aber bei ihrer Zerspaltung auf den Spaltungsflächen einen zarten Ueberzug von Kalkspath zeigen, welcher seitlich in die scheinbar noch unzersetzte Krystallmasse eingreift. Ich habe diese Beobachtung öfters an Krystallen des Augites und der basaltischen Hornblende aus den Basalten der Rhön gemacht. Bei diesen Krystallen — die man lose in grosser Zahl in dem Sande der aus den Basaltbergen der Rhön kommenden Bäche, z. B. der Spreu bei Geisa, findet —, beobachtet man aber zweierlei: die einen derselben sind äusserlich ganz frisch, zeigen aber auf ihren Spaltflächen Kalkspath; bei den anderen dagegen erscheinen an ihrer Aussenseite angenagte Stellen, welche mit einem ockergelben oder braunrothen Ueberzuge von Eisenoxyd versehen sind, und auf ihren Spaltflächen eine zarte Rinde theils von Eisenglanz theils von Grünerde besitzen. Bei der chemischen Untersuchung enthalten diese letzteren kaum noch Spuren von Kalkerde, während die ersteren in ihrer scheinbar noch unzersetzten Masse immer noch 2 – 5 pCt. Kalkerde besitzen. Da nun sowohl das Eisenoxyd wie auch die Grünerde anerkannte Zersetzungsproducte des Augites und der Hornblende sind, so ist anzunehmen, dass die Kalkerde der letzgenannten, angenagten Augitkrystalle durch kohlensaures Wasser schon ausgelaugt worden ist.

2) Auf dem Thüringer Walde giebt es zweierlei Diorite: die einen enthalten ausser der Hornblende auch noch Magnesiaglimmer; die anderen aber sind ganz frei von dieser Glimmerart. Die ersteren brausen fast stets mit Säuren auf, enthalten also kohlensauren Kalk; die letzteren nicht. Untersucht man die grobkörnige Abart eines Glimmerdiorites mit einer Loupe, so wird man finden, zunächst dass das Aufbrausen mit Säuren fast stets in der allernächsten Umgebung der Hornblendekörner stattfindet, also von der letzteren ausgeht, sodann aber auch, dass die Glimmerblättchen im engen Verbande mit der Hornblende stehen; ja dass sie gradezu auf den Hornblendekörnern eine dicht anschliessende Rinde bilden, welche man mit einer Federmesserspitze abheben kann. Da nun grade die mit Säuren brausenden Hornblendestückchen eine solche Glimmerrinde enthalten, so ist anzunehmen, dass eben durch die Bildung von kohlensaurem Kalk

an der Oberfläche dieser Krystallkörner die Hornblende in Magnesiaglimmer umgewandelt worden ist. An dem Diorite bei Ruhla und im Druserthale am Thüringer Walde kann man diese Erscheinungen genau beobachten.

3) Nach Bischoff (a. a. O. II. 536) sind viele Hornblendekrystalle von Arendal innerlich mit eisenhaltigem Kalkspath erfüllt und brausen mit Säuren. — Nach Blum entsteht aus dem Augite Uralit durch Ausscheidung von Kalkerde und Aufnahme von Magnesia. Nach demselben Gewährsmanne (Psendomorphosen S. 207) enthalten die sich in Grünerde umwandelnden Augitkrystalle im Augitporphyr von Pozza in Südtyrol grössere oder kleinere Anhäufungen von kohlensaurem Kalk.

4) Die Melaphyrmandelsteine des Thüringerwaldes, so namentlich des Lauchagrundes am Inselsberge, enthalten in der Regel Kugeln von Kalkspath oder auch von Aragonit, seltener von Quarzarten, bisweilen aber auch von Kalkspath, welcher von einer Karniolzone umschlossen wird. Die bei weitem meisten dieser kugelförmigen Mandeln besitzen aber ausserdem noch eine Schale von Grünerde, welche mehr oder minder fest am Muttergesteine haftet. Da nun stets die Masse des letzteren in der nächsten Umgebung ihrer Mandeleinschlüsse sich im Zersetznngszustande befindet, so ist daraus zu folgern, dass die Mandelsubstanzen selbst nicht von aussen her, — durch Infiltration —, in die Melaphyre gelangt, sondern Zersetzungsproducte des letzteren sind.

5) Die Entstehung des kohlensauren Kalkes in Augit-, Hornblende-, Labrador- und Anorthitgesteinen ist übrigens leicht an dem Aufbrausen zu erkennen, welches erfolgt, wenn man diese Gesteine mit einer stärkeren Säure benetzt. Bemerkenswerth ist es übrigens, dass sich bei der Verwitterung oder Zersetzung der hierher gehörigen Silicatgesteine die kalkhaltige — gewöhnlich schon durch weisse Farbe erkennbare — Verwitterungsrinde stets im ersten Stadium der Verwitterung zeigt, weil unter allen den durch kohlensaures Wasser auslaugbaren Bestandtheilen einer Gesteinsmasse die Kalkerde zuerst ausgelaugt wird. Hinzu tretendes Regenwasser wäscht sie indessen gewöhnlich sehr bald ab, woher es kommt, dass die im zweiten Stadium der Verwitterung zum Vorschein kommende, Thon und Eisenoxyd haltige, Verwitterungsrinde in der Regel nicht mehr mit Säuren aufbraust.

Nach dem eben Mitgetheilten erscheinen also die Kalkerde haltigen Silicate und die aus ihnen bestehenden krystallinischen Felsarten als das Urmagazin, aus welchem die Natur hauptsächlich Kalkerde zur Erzeugung des kohlensauren Kalkes entnimmt. Alle übrigen Kalkerdesubstanzen, mögen sie nun

organischen oder unorganischen Ursprungs sein, sind dann in dieser Beziehung nur als secundäre Quellen für die Bildung des Kalkcarbonates zu betrachten, indem sie alle selbst erst ihren Kalkerdegehalt durch die Zersetzung und Umwandlung jener Silicate erhalten haben.

Die Kalkcarbonatbildungen an den Mündungen von tropfendem oder fliessenden Wasser, welches aus Dolomit- und Kalkstein-, Eisen- und Manganspathablagerungen hervortritt, sind daher ebenso gut secundäre Gebilde, als alle die Kalksteingebilde, welche im Schoosse des Meeres aus der Zerstörung der Kalkgehäuse von Conchylien und Korallen entstehen, oder auf der Sohle der Moore aus der Vertorfung der Gewächse gebildet werden. Nur die Erzeugung von Kalkcarbonat aus Apatit (phosphorsaurem Kalk) durch Einfluss von kohlensaurem Eisenoxydul, wie man sie hie und da beobachtet hat, macht hiervon insofern eine Ausnahme, als der Apatit wahrscheinlich ein ursprüngliches Mineral ist.

§. 65c. Associationen des kohlensauren Kalkes.

Nächst dem Eisenkiese hat wohl der kohlensaure Kalk den grössten und ausgebreitetesten Associationskreis. Zunächst steht er in Gesellschaftung mit allen denjenigen Mineralarten, welche Kalkerde enthalten und dieselbe durch Einfluss von kohlensaurem Wasser verlieren können, also mit seinen Muttermineralien (primäre oder Mutterassociationen); sodann zeigt er sich in Verbindung mit allen denjenigen Mineralien, welche zwar keine oder nur ausnahmsweise etwas Kalkerde enthalten, aber mit ihm zugleich aus der Zersetzung derselben Muttermineralien entsprossen sind, also mit Abstammverwandten (secundäre oder Abstammungsassociationen); endlich aber kommt er auch in Verbindung mit, ihm ganz fremdartigen, Mineralien vor, in deren Gesellschaft er nur dadurch gelangt ist, dass entweder er selbst in Folge seiner leichten Löslichkeit durch kohlensaures Wasser an die Lagerstätten dieser Mineralien geführt wurde, oder umgekehrt, dass diese letzteren im gelösten Zustande zu den Lagerorten des Kalkes gelangten (fremdartige Associationen). Unter diesen verschiedenen Associationen erscheinen also die ersten beiden als gesetzmässige, die dritten aber als zufällige. Mit Beziehung auf alles dieses lassen sich demnach die Associationen des kohlensaurem Kalkes in folgender Weise ordnen:

Der kohlensaure Kalk steht in:

gesetzmässigen Associationen mit seinen

Muttermineralien.

1) Gemeiner Augit.
2) Kalkhornblende.
3) Uralit.
4) Diopsid.
5) Strahlstein.
6) Diallag.
7) Hypersthen.
8) Kalkeisengranat.
9) Epidot.
10) Pistacit.
11) Vesuvian.
12) Wernerit.
13) Labrador.
14) Anorthit.
15) Wollastonit.
16) Andesin (und Oligoklas).
17) Apatit.

Abstammungsverwandten.

a. Kalkhaltigen:
manche Granate.
Uralit.
Epidot und Pistacit.
Turmalin.
Vesuvian.
Diallag.
Scolecit.
Kalkharmotom.
Mesolith.
Prehnit.
Chabasit.
Analcim.
Stilbit.
Dolomit.
Eisenspath.
Flussspath und Gyps.

b. Kalklosen:
Kali- und Magnesiaglimmer.
Disthen.
Chlorit.
Serpentin.
Speckstein.
Magneteisenerz.
Eisenglanz.
Manganerze.
Quarz.

zufälligen Associationen mit

allen Mineralien, welche keine Kalkerde enthalten, und mit dem kohlensauren Kalk — wenigstens scheinbar — auch nicht gleiche Mutterminerale besitzen, z. B. mit Graphit, Schwefel und vielen Schwefel-, Arsen- und Antimonerzen, wie Eisenkies, Arsenkies, Antimonglanz, Kupferkies, Kupferglanz, Bleiglanz, Silberglanz u. s. w. Wird erst mit Sicherheit die Abstammung dieser Erze aus Silicaten nachgewiesen, so werden wenigstens noch viele derselben zu Abstammungsgenossen des Kalkspathes werden.

Belege und sonstige Erläuterungen:

1) Im Kalksteine eingewachsen kommen vor nach Durocher und Breithaupt (vgl. Paragenesis S. 93.)

a. in den Alpen: Glimmer, Gmelinit, Mejonit, Tetartin, Tremolit, Pyroxen, Epidot, Disthen, Granate, Turmalin, Spinell, Korund und Graphit;

b. in den Pyrenäen: Glimmer, Talk, Steatit, Dipyr und Couzeranit, Amphibole, Epidote, Granate, Idokrase, Andalusit und Graphit;

c. im nördlichen Europa: Flussspath, Apatit, Glimmer, Talk, Wernerit, Wollastonit, Feldspath (namentlich Oligoklas), Amphibole, Pyroxene, Spinelle, Granate, Idokrase, Titanit, Eisen-, Kupfer-, Arsen-, Kobaltkies, Bleiglanz, Zinkblende, Graphit.

d. Zwischen Grünstädtel und Crandorf im Erzgebirge, kommen theils in der Masse theils auf Klüften eines sehr festen — und lagerweise im Glimmerschiefer auftretenden — Kalksteines eine grosse Menge von Mineralien, so namentlich Sahlit, Diopsid, edler Granat, Epidot, Chlorit, Hornblende, Strahlstein, Prehnit, Axinit, Glimmer, Asbest, Quarz, Flussspath, Blende, Kupferkies, Kupferlasur und Malachit vor, (vergl. Freiesleben geogn. Arbeiten Bd. V. S. 34).

e. In dem körnigen Kalksteine von Auerbach an der Bergstrasse erscheinen eingewachsen: Glimmer, Hornblende, Augit, Granat (Kaneelstein), Vesuvian, Epidot, Wernerit, Wollastonit, Albit, Bitterspath, Magneteisen, Eisenkies, Kupferkies und Arsenkies. Ganz besonders interessant ist ein Gang im Hochstätter Thale bei Auerbach, in welchem einerseits Kalkspath in ähnlicher Weise von braunen Granatschalen durchzogen erscheint, wie die Glimmer-Feldspathmasse des Schriftgranites von Quarzschalen, (vgl. Knop in Leonh. neuem Jahrb. für Miner. Jahrg. 1858. S. 46).

2) Kalkspath in Verwachsung mit anderen Mineralien.

a. In dem eben schon erwähnten Gange des Hochstätter Thales kommen nach Knop (a. a. O. S. 40 u. f.) dunkelbraune Granatkrystalle (Kaneelsteine) vor, welche hohl und mit Epidot, Kalkspath, Quarz, Hornblende, Wollastonit, Diopsid, Albit und Eisenglanz angefüllt sind. Derselbe Gewährsmann sah in der Mineraliensammlnng von Kranz in Bonn Kernkrystalle von Kalkspath im Granat von Arendal.

b. Bei Arendal kommen auch Hornblendekrystalle vor, welche in ihrem Inneren mit eisenhaltigem Kalkspath erfüllt sind.

c. Bei Ruhla am Thüringer Walde tritt aus dem Glimmerschiefer ein eigenthümlicher Dioritschiefer hervor, welcher in einzelnen Lagen aus einem Gemenge von Magnesiaglimmer, Hornblende, Oligoklas und Kalkspath besteht. Bemerkenswerth erscheint bei diesem Gesteine, dass, wie oben schon bemerkt worden ist, der Gehalt an Kalkspath abhängig zu sein scheint von dem Auftreten des Glimmers; denn in denjenigen Lagen dieses Diorites, in welchem der Glimmer zurücktritt, nimmt auch der Kalkspath ab, (vgl. meine Abhandlung: Das nordwestliche Ende des Thüringer Waldes in der Zeitschrift der deut. geolog. Gesellschaft 1858. S. 308 f.).

d. In den Centralalpen, namentlich in der Umgebung des Glossglockners, bildet ein aus Kalkspath, Glimmer und Quarz bestehendes Gestein (Kalkgneiss und Kalkglimmerschiefer) mächtige Ablagerun-

gen. Und in der Umgebung des Montblanc und Mte Rosa zeigt sich der aus Kalkspath, Talk und Quarz gemengte Protogin.

3) In lagenweisen Associationen mit anderen Mineralien namentlich mit Erzen der verschiedensten Art zeigt sich der Kalkspath vorherrschend auf Gängen und Adern namentlich des Gneisses, Glimmerschiefers, Thonschiefers, Diorites u. s. w. Am häufigsten erscheint er alsdann im Verbande mit Quarz, Fluss-, Baryt-, Eisen- und Braunspath und zwar unter solchen Ablagerungsverhältnissen, dass man annehmen muss, dass er ebenso wie seine Gesellschafter aus der Zersetzung der Nebengesteine der Gangspalten entstanden und von den Seiten her in die letztern eingedrungen ist. Zahlreiche Beispiele für diese Art von Associationen des Kalkspathes, welche man gewöhnlich Gangformationen nennt, giebt Breithaupt in seiner Paragenesis und Cotta in seinen Gangstudien.

4) In den Blasenräumen der Mandelsteine endlich erscheint der Calcit sowohl, wie der Aragonit vorzüglich im Verbande mit Grünerde, Glimmer, Chlorit, Eisenglanz, Quarzarten (Karniol, Amethyst, Chalzedon), Opal, Braunspath, Prehnit, Datolith, Stilbit, Desmin, Analzim, Natrolith, Chabasit u. a. Zeolitharten, wie man an den Melaphyr-Mandelsteinen des Thüringer Waldes, des Harzes und des Hunsrücks oder in den Basaltmandelsteinen der Rhön, Böhmens und namentlich Schottlands und Islands beobachten kann. Bemerkenswerth erscheint es jedoch, dass in den Melaphyren vorherrschend die Associationen des kohlensauren Kalkes mit den Quarzarten und der Grünerde auftreten, während die Basaltmandelsteine namentlich der Sitz der Kalkspath- und Aragonitassociationen mit den zeolithischen Mineralien sind, (vergl. hierzu Breithaupts Paragenesis S. 96—107).

§. 65d. Bemerkenswerthe Fundorte des kohlensauren Kalkes.

Wie oben schon bei der Beschreibung der geologischen Bedeutung und Verwitterung des kohlensauren Kalkes angedeutet worden ist, so hat kein anderes Mineral so verschiedenartige Verbindungs- und Lagerungsbeziehungen wie der kohlensaure Kalk. Mögen indessen diese Beziehungen seines Vorkommens noch so verschieden sein; im Allgemeinen lassen sich dieselben doch unter folgende Rubriken vertheilen. Der kohlensaure Kalk tritt auf:

1) als selbständige Gebirgsart und bildet als solche theils für sich allein, theils im Verbande mit anderen Erdrindemassen der verschiedensten Formationen, von den ältesten bis zu den jüngsten, namentlich aber mit Sandsteinen, Schieferthonen, Mergeln, Dolomiten und Gypsstöcken, nicht nur weit ausgedehnte und hoch empor getriebene Gebirgszüge, sondern auch die meisten stufig auf- und absteigenden Plateaus der zwischen den Gebirgen ausgebreiteten Bergländer. Alles dies geschieht namentlich durch den krystallinischkörnigen, dichten und oolithischen

Kalkstein, während durch den noch fortwährend im Gebiete der kalkführenden Fliesswasser sich abscheidenden zellig porösen oder sandig körnigen Kalkstuff oder Travertin nur verhältnissmässig geringe, bisweilen wellig hügelige, gewöhnlich aber plattenförmige Ablagerungen gebildet werden.

2) Als Gemengtheil von anderen Felsarten, so einerseits von krystallinischen, z. B. im Kalkgneiss, Protogin, Kalkdiorit und manchem Diabas; andererseits von klastischen, z. B. in den Kalkbreccien, Kalkconglomeraten, (Nagelfluh), Kalksandsteinen, Mergeln und Mergelschiefern.

3) Als ausgeschiedenes Mineral:
   a. innerhalb der Masse solcher Felsarten, deren Gemengtheile Kalkerde enthalten (so namentlich der Augit, Kalkhornblende, Anorthit- und Labrador haltigen) und bildet dann theils für sich allein oder im Verbande mit anderen Ausscheidungen die Mandeln in den amygdaloidischen Gesteinen, so in den Melaphyr-, Diabas- und Basaltmandelsteinen, theils Drusen;
   b. ausserhalb der Masse von Kalkerde spendenden Gebirgsarten und füllt dann theils für sich allein oder im Verbande mit anderen Mineralien die Lager-, Adern- und Gangsspalten, theils die Höhlen und Klüfte innerhalb dieser Gebirgsarten in Formen der verschiedensten Art.

In den beiden unter 2. und 3. genannten Fällen erscheint er namentlich krystallinisch, sei es nun als Calcit oder als Aragonit.

Als bemerkenswerthe Fundorte für die wichtigern Varietäten des kohlensauren Kalkes sind schliesslich noch namentlich folgende anzugeben;

a. für den Calcit:

1) Die Krystallbildungen des Kalkspathes hat man in der grössten Mannichfaltigkeit der Formen in den oberen Theilen der Silbererzgänge von St. Andreasberg am Harz gefunden; rein ausgebildete Rhomboëder, welche man ausserdem auch am St. Gotthardt, bei Neudorf im Meiseberg und bei Slichow unweit Prag gefunden hat, sowohl wie die verschiedenartigsten Combinationen. Nächst diesen Fundorten sind noch zu erwähnen die Gegend von Freiberg im Erzgebirge; von Alston Moore in Cumberland und Derbyshire.

2) Den späthigen Calcit oder gemeinen Kalkspath findet man namentlich schön in der reinsten Durchsichtigkeit (Doppelspath) auf Island, ausserdem aber bei Auerbach an der Bergstrasse, zu Zorge am Harze u. s. w.

3) Afterkrystalle von Calcit nach Gaylussit kommen vorzüglich bei Obersdorf unweit Sangershausen in Thüringen, Eiderstedt in Schleswig,

Neusohl in Ungarn u. a. O. vor. Haidinger beschreibt (in Poggend. Annal. III. 142) dergleichen Afterkrystalle aus dem Schädel eines Ursus spelaeus.

4) Stalaktitische Bildungen kommen von ausgezeichneter Schönheit in vielen Höhlen Deutschlands (so in der Sophienhöhle in der fränkischen Schweiz, bei Adelsberg in Krain, bei Rübeland am Harz), Frankreichs (bei Auxelle), Englands (bei Castelton in Derbyshire), Italiens bei Carrara) u. s. w. vor.

5) Der körnig-krystallinische Kalkstein oder Marmor findet sich von grosser Schönheit zu Carrara in Italien, auf der Insel Paros, in Griechenland am Pentelikon und Hymettus bei Athen; auch bei Schlanders in Tyrol, Auerbach an der Bergstrasse. Weniger schön tritt er bei Wunsiedel am Fichtelgebirge u. a. O. auf. — Merkwürdiger Weise findet er sich auch unter den Auswürflingen des Vesuvs.

6) Den unter den Namen Tutenmergel oder Faserkalk bekannten, thonhaltigen Faserkalk hat man am schönsten zu Göıarp in Schonen, ausserdem aber auch im Würtemberg'schen, bei Göttingen am Götzenberge, bei Quedlinburg, Hildesheim und Neustadt am Rübenberge gefunden.

7) Stylolithen- oder Stengelkalk kommt ausgezeichnet vor im Zechstein des Kälchethales bei Grund am Harz; im Muschelkalke bei Göttingen, Eisenach, Weimar, Rüdersdorf unweit Berlin u. s. w.

8) Unter den zahlreichen Abänderungen des dichten Kalksteins sind hier zu erwähnen: die schön marmorirten Kalksteine vom Untersberg bei Salzburg, von Rübeland im Harze, von Mons in Belgien; der mit irisirenden Conchylienschalen durchzogene Kalkstein (Muchelmarmor oder Luchamell) von Bleiberg in Kärnthen, der prächtige Ammonitenmarmor von Ischl und von Alttorf; die von schönen Mangandendriten und ruinenförmiger Zeichnungen bedeckten Knollen des Ruinenmarmors aus dem Arnothale bei Florenz (Florentiner Ruinenmarmor) und die Plattenkalksteine (Lithographensteine) im Jura von Solenhofen in Bayern.

9) Die reine Kreide zeigt sich mächtig entwickelt im Verband mit Feuersteinlagen auf der Insel Rügen, in Schonen, namentlich aber an der südöstlichen Küste Englands und den nordwestlichen Gegenden Frankreichs.

10) Die Kalktuffablagerungen treten hauptsächlich in den Thalgebieten der aus Kalksteinformationen hervortretenden Quellen, Bäche und Flüsse auf. Ausgezeichnet sind unter ihnen die Travertin-Ablagerungen Italiens, namentlich bei Tivoli und Terni; Frankreichs besonders Clermont in der Auvergne; Deutschlands besonders bei Pyrmont, Eilsen, Mühlhausen, Langensalza, Oberweimar, Jena bei

Wöllnitz u. s. w. Viele derselben, so die Ablagerungen von Langensalza, schliessen höchst interessante Thier- und Pflanzenreste ein. (Vergl. meine Abhandlung über die Wandlungen des kohlensauren Kalkes in der geolog. Zeitschrift. X. Bd.)

1) Die verschiedenen Varietäten des Mergels bilden im Verbande mit Sandsteinen, Gypsen, Dolomiten und Kalksteinen mehr oder minder bedeutende Ablagerungen im Gebiete der Zechstein-, Buntsandstein-, Muschelkalk-, Keuper-, Lias-, Jura- und Kreideformation. Gewöhnlich lagern sie dann über Gyps- und unter Dolomitstöcken, oft aber auch über Sandstein- und unter Kalkschichten. — Bituminöse Mergelschiefer finden sich so namentlich in der Zechstein- und Liasformation; eisenschüssige Kalk-, Thon- und Dolomitmergel (sogenannte bunte Mergel) vorzüglich im Buntsandstein und Keuper.

b. Interessante Fundorte für Aragonitgebilde.

1) Ausgezeichnete Krystalle, namentlich Zwillingsprismen fand man zuerst im Gypse von Molina und Valentia in Aragonien, dann bei Bilin in Böhmen (wo auch schöne Drillinge vorkommen), Vierlinge bei Leogang im Salzburgischen, Herrengrund in Ungarn, im Basalte der Pflasterkaute bei Eisenach und der blauen Kuppe bei Eschwege; Pyramiden, namentlich spiessförmige, auf den Eisenspathlagern an der Mommel bei Brotterode auf dem Thüringer Walde, am Iberge bei Grund im Oberharze u. s. w. — Besonders schön (und nicht mit Faserzeolith zu verwechseln) sind die strahligen Aragonitnadeln im Baste des Kaiserstuhls bei Saalsbach.

2) Merkwürdige Afterkrystalle des Aragonites nach Kalkspath hat Mitscherlich in Laven des Vesuvs, Haidinger im Basalttuff von Schlackenwerth, Fichtel auf der Emericusgrube von Offenbanya gefunden. An dem letztgenannten Fundorte besitzen die Zwillingssäulen 1 Fuss Länge und 6 Zoll Dicke.

3) Stänglichen Aragonit fand man früher schön am Gromsberg bei Eisenach. Ausgezeichnet kommt er aber vor in der Auvergne, Böhmen, Sibirien bei Nertschinsk.

4) Faseriger Aragonit wird von ausgezeichneter Schönheit unter dem Namen Satin-Spar (Atlas-Spath) im Schieferthon von Alston-Moor, und schön gefärbt auf den Malachitgängen von Ringenwechsel in Tyrol gefunden. — Aus faserigem Aragonit bestehen die korallenähnlichen Stämme der Eisenblüthe, welche man in grösster Schönheit in den Eisenspathstöcken des Erzlagers bei Eisenerz in Steiermark und bei Hüttenberg in Kärnthen gefunden hat, ferner die sogenannten Sinternester, welche namentlich in alten Stollen bei Riechelsdorf in Hessen sehr schön vorkommen, ferner viele Oolithe und Pisolithe, namentlich auch die schönen Sprudelsteine von Karlsbad;

endlich häufig auch Stalaktitengebilde, welche bisweilen sogar aus abwechselnden Zonen von Calcit und Aragonit zusammengesetzt erscheinen.

§. 66. Dolomit.

[Bitterkalk, Hausm.; Bitterspath, z. Th.; Bitterkalkspath; Braunkalk, Hausm.; Braunspath, Werner; Perlspath, Breith.; Rautenspath; Dolomit, Haidinger; — Dolomite, Dana; Dolomie, Dufrénoy; Chaux carbonatée magnésifére, Hauy; Psarl Spar Phill.; — (Bitterspar, Miemit, Tharandit, Gurhofian, Konit etc.).]

a. Körperformen:

1) Hexagonale Körperformen, unter denen bei weitem das einfache Rhomboëder, dessen Rwinkel = 106° 15' sind, verherrscht. Bisweilen erscheint dasselbe stumpfer und dann an den beiden Polecken grade abgestumpft (so bei Kittelsthal unweit Eisenach), manchmal auch flacher und linsenförmig; sehr häufig aber mit convex gekrümmten Rhomboëderflächen, so dass es in einzelnen Fällen ein fast kugeliges Ansehen erhält. Zwillingskrystalle kommen ebenfalls hie und da vor (Traversella in Piemont und Kittelsthal). — Die Krystalle erscheinen entweder eingewachsen (so z. B. im Gyps bei Kittelsthal oder bei Hall in Tyrol) oder aufgewachsen und dann gewöhnlich zu Drusen miteinander verbunden.
2) Ausserdem finden sich diese Krystalle bisweilen zu kugeligen, traubigen und nierenförmigen Aggregaten verbunden.
3) Ferner erscheinen sie auch zu massigen, krystallinisch- oder zuckerkörnigen Aggregaten verbunden, welche sehr häufig porös, löcherig und zellig sind, da die sie zusammensetzenden Krystallchen nicht mit ihren Flächen, sondern nur mit ihren Ecken und Kanten an- und umeinander gelegt sind. Die so beschaffenen Aggregate sehen häufig dem körnigkrystallinischen Kalksteine sehr ähnlich, sind aber eben durch die eigenthümliche gegenseitige Lage ihrer Krystalltheile, welche bei dem letzeren sich nicht mit ihren Ecken, sondern mit ihren Flächen einander berühren, von denselben verschieden. — Je nach der Grösse der Krystalle zeigen die von ihnen zusammengesetzten, und gewaltige Felsmassen bildenden, Massenaggregate ein bald grob-, bald feinkörniges, nicht selten auch ein scheinbar dichtes Gefüge und in den zwischen ihren Massetheilen vorhandenen Zellen und Löchern häufig Drusen von Dolomitkrystallen oder auch von Kalkspath und Aragonit.
4) Endlich aber hat man auch den Dolomit in Pseudomorphosen nach Kalkspath, Anhydrit, Flussspath und Schwerspath gefunden (vergl. weiter unten die Umwandlung des Dol.).

b. Physicalische und chemische Eigenschaften. Die Krystalle id vollkommen spaltbar nach den Rflächen. Ihre Fläche = 3,5—4,5; s specifische Gewicht = 2,85—2,95. — Farblos oder weiss, oft aber ch durch Beimengung von Eisen- oder Manganoxydul gelblich, röthlich s blutroth, graulich; glas- bis perlmutterglänzend; bisweilen auch wachstig; durchsichtig bis undurchsichtig. Im Ritze weiss oder graulich.

Vor dem Löthrohr erscheint er unschmelzbar, brennt sich aber kaustisch. s Pulver auf Platinblech erhitzt, schwillt er etwas an, ohne sich weiter verändern. — Mit Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur benetzt braua in der Regel die Krystalle gar nicht oder nur schwach; werden sie er pulverisirt und mit Salzsäure erwärmt, dann lösen sie sich allmählig d unter schwachem Aufbrausen ganz auf. Behandelt man den Dolomit ter Erwärmung mit etwas concentrirter Schwefelsäure, so wandelt er sich ter langsamem Aufbrausen in Gyps und schwefelsaure Magnesia um. bergiesst man nun den hierdurch erhaltenen Niederschlag mit Alkohol, löst derselbe die schwefelsaure Magnesia auf, während der Gyps ungelöst ibt. Filtrirt man endlich ab, so bleibt im Filter der Gyps, während die wefelsaure Magnesia abfliesst und bei einiger Verdunstung ihres Lösettels in Krystallnadeln sich ausscheidet.

c. Chemischer Gehalt. Die Dolomite sind im reinen Zustande isomorphe Mischungen von kohlensaurer Kalkerde mit kohlensaurer gnesia zu betrachten. Sehr gewöhnlich aber enthalten sie noch 1—5 pCt. sen- oder Manganoxydulcarbonat, oft beide zugleich und ausserdem bisilen auch noch 0,3—2 pCt. Zinkcarbonat (so z. B. am Altenberg bei chen) oder wohl gar einige Procent Kobaltcarbonat (so bei Przibram). — lessen lassen sich die Hauptarten des Dolomites nach Rammelsberg (vgl. neralchemie S. 212 ff.) je nach ihrer Zusammensetzung in folgende uppen zertheilen:

I. Dolomite von der Formel $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$, in welchen 51—57 t. $\dot{Ca}\ddot{C}$ und 40—47 pCt. $\dot{Mg}\ddot{C}$, wozu gewöhnlich 1—5 pCt. $\dot{Fe}\ddot{C}$ oder $\ddot{C}$ tritt, oder nach der Berechnung, 54,35 $\dot{Ca}\ddot{C}$ und 45,65 $\dot{Mg}\ddot{C}$ verbunn erscheinen (Normaldolomite).

II. Dolomite von der Formel $3\dot{Ca}\ddot{C} + 2\dot{Mg}\ddot{C}$, in welchen 1—65 pCt. $\dot{Ca}\ddot{C}$ und 32—36 pCt. $\dot{Mg}\ddot{C}$ vorhanden sind, so dass nach der rechnung auf 64,1 $\dot{Ca}\ddot{C}$ 35,9 $\dot{Mg}\ddot{C}$ kommen.

III. Dolomite von der Formel $2\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$, in denen 8—70,5 $\dot{Ca}\ddot{C}$ und 25,5—29,5 $\dot{Mg}\ddot{C}$ oder nach der Berechnung 70,42 $\dot{Ca}\ddot{C}$ d 29.58 $\dot{Mg}\ddot{C}$ gegeben ist.

Folgende Belege werden diese Angaben bestätigen:

I. für Dolomite von der Formel ĊaC̈ + ṀgC̈.

		Kohlensaure Kalkerde	Kohlensaure Magnesia	Kohlensaures Eisenoxydul	– [illegible]
Krystalle	1) von Campo longo am St. Gotthardt (v. Lavizzari) .	55,77	43,59	—	—
	2) von Kapnick (v. Ott) . .	52,46	41,16	1,09	5,4[illegible]
	3) von Zillerthal (v. Klaproth)	52	45	3	–
	4) von Traversella (v. Pelletier)	51,00	44,32	4,68	–
	5) von Kittelsthal (v. Senft)	55,520	42,482	1,999 Wasser	–
Krystallinisch körnige Aggregate	Insel Capri (v. Abich) . . .	52,30	46,97	—	–
	Suhl am Th. W. (v. Rammelsberg)	51,54	48,57	—	–
	Beyerrode am Th. W. (v dems.)	51,56	44,96	3,48	–
	Ihlfeld am Harz v. dems.) .	55,62	42,40	0,56	–
	Osterode am Harz (v. Hirzel)	53,24	46,84	—	–

II. für Dolomite von der Formel 3 ĊaC̈ + 2 ṀgC̈.

	ĊaC̈	ṀgC̈	ḞeC̈	ṀnC̈
1) von Altenstein am Thüringer Walde (von Senft)	61,3	37,4	2,4	–
2) von Glücksbrunnen am Thüringer Walde (von Klaproth)	60,0	36,5	40,0	–
3) vom Liebenstein am Thüringer Walde (von Wackenroder)	63,87	33,24	0,91	0,07 1,05 Bitu

III. für Dolomite von der Formel 2 ĊaC̈ + ṀgC̈ (nach Klaproth).

1) von Hall in Tyrol: 68,0 ĊaC̈, 25,5 ṀgC̈, 1,0 ḞeC̈, 2,0 Thon 2,0 Wasser,
2) vom Taberg in Schweden: 73,00 ĊaC̈, 55,00 ṀgC̈ und 2,25 Fe

Zusätze:

1) Nach Gibbs. (Poggend. Annal. LXXI, 564) enthält ein Dolomit Przibram 56,77 ĊaC̈, 35,70 ṀgC̈, 7,42 ĊoC̈ und 2,03 ḞeC̈.
2) Der Gehalt an kohlensaurem Zinkoxyd beträgt im Dolomit bei nowitz nach Karsten 0,5—1,75 pCt., bei Tunis in Afrika nach thier 28,9 pCt.

Bemerkung. Bei der Beschreibung des dolomitischen Kalksteines un Umwandlungen, welche der Dolomit erleiden kann, sollen noch Analysen mitgetheilt werden, welche die Wandelbarkeit der ebe gegebenen Gewichtsmengen, namentlich vom kohlensauren Kalk, werden.

66 a. Die Abarten des Dolomites werden hervorgerufen zu-
durch Abänderung ihres chemischen Gehaltes, namentlich durch die
der minder zunehmenden Mengen an kohlensaurem Kalk und Eisen-
, sodann durch mechanische Beimischungen, endlich aber auch durch
ologische Verhältnisse. Nach allen diesen Verhältnissen lassen sich
sächlich folgende Abarten aufstellen:

Dolomite, welche der Formel $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ entsprechen, in denen also der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde im Mittel 55 pCt. und höchstens 56 pCt. beträgt. Sie allein kommen krystallisirt vor. Zu ihnen gehören:

α. Eisen- (und Mangan)oxydul arme, mit höchstens 3 pCt. Eisenoxydulcarbonat, welche vorherrschend unrein weiss sind und bei ihrer Verwitterung ihre Farbe wenig oder nicht ändern. Sie widerstehen der Verwitterung im höchsten Grade. Hierher die schönen Dolomitspathrhomboëder von Kittelsthal bei Eisenach, von Hall in Tyrol, Compostella in Spanien, Campolongo am St. Gotthardt, und die zuckerförmigen, weissen Dolomitfelsmassen von Osterode am Harz, Beyrode am Thüringer Walde und am Langkogl, Schlern u. a. O. in Südtyrol.

β. Eisen- und (Mangan-) oxydulreiche mit wenigstens 6 pCt. Eisenoxydulcarbonat. Im ganz frischen Zustande weiss, an der Luft aber rasch ockergelb, gelbbraun oder rothbraun, bisweilen auch grün werdend und regenbogenfarbig, messing- oder goldgelb anlaufend und dabei metallähnlichen Perlmutterglanz zeigend. Die Krystalle meist deutlich blättrig, mit starkgekrümmten Spaltflächen. Vor dem Löthrohre bräunlich schwarz und magnetisch werdend. Ihr Kalkgehalt steht zwischen 48 und 56 pCt., während der Magnesiagehalt 14—20 pCt. besteht. Hierher gehören der Braun-, Rosen- und Perlspath, Tautoklin Breithaupts und Ankerit, welcher namentlich aus 50 pCt. Kalcarbonat, 8—16 pCt. Magnesiacarbonat, 22—35 pCt. Eisencarbonat und 3—5 pCt. Mangancarbonat besteht, in körnigen Aggregaten auftritt und ein spec. Gewicht = 2,95—3,1 besitzt.

Dolomite, welche der Formel $3\,\dot{Ca}\ddot{C} + 2\,\dot{Mg}\ddot{C}$ entsprechen und demgemäss von kohlensaurer Kalkerde im Mittel 63 pCt. enthalten. Sie kommen nur in derben, körnig-krystallinischen, oft sandsteinähnlichen, oder auch scheinbar dichten Felsmassen vor, sind gewöhnlich porös, löcherig und häufig auch voll grösserer und kleinerer Zellen und Spalten, bisweilen auch sandig-erdig, haben ein spec. Gewicht = 2,75—2,85 und enthalten in ihren Zellen oft Drusen von Calcit, Aragonit, Eisenspath, Eisenglanz, seltener von Dolomitspath. Je nach ihrem grösseren oder

kleineren Gehalte an Eisen- und Mangancarbonat erscheinen sie bald weiss oder grau, bald gelblich, röthlich bis schwarzbraun. Zu ihnen gehören die meisten, mit dem Namen Rauhkalk, Rauchwacke, Höhlenkalk, Asche bezeichneten Dolomite, ferner der Bitterkalk Hausmanns und der meiste Bitterspath.

c. Dolomitische Kalksteine, welche wenigstens 70 pCt. Kalkcarbonat und ausserdem oft auch noch Thon, Quarzsand oder Bitumen beigemengt enthalten. Sie sind in der Regel mechanische Gemenge von kohlensaurem Kalk und Dolomit mit der zweiten Abart. Mit Essigsäure begossen brausen sie nur an den Stellen auf, wo der mechanisch beigemengte kohlensaure Kalk sitzt, indem sich dieser allein, — nicht aber der eigentliche Dolomit — in dieser Säure löst. Wäscht man dann die mit Essigsäure behandelten Stellen mit Wasser aus, so zeigt sich die Gesteinsoberfläche porös. Behandelt man das Pulver dieser Gesteine mit Essigsäure, so bleibt ein ungelöster Rückstand, welcher ziemlich genau die chemische Zusammensetzung der Dolomite von der Abart b giebt. Im frischen Zustande sind sie erdig- oder sandigkörnig bis dicht; an der Luft liegend aber werden sie durch Auslaugung ihrer Kalkbeimengung mittelst des kohlensauren Meteorwassers porös und lückig und allmählig in eigentliche Dolomite umgewandelt. Ihre Farben stets unrein, grau, gelb, röthlich bis rauchbraun. Ihr Eisengehalt steigt oft so, dass sie als wahre Eisenkalksteine gelten können.

Zu ihnen gehören die meisten Rauhkalke, auch der Magnesian limestone zum Theil, ferner wohl auch der mit beigemengter Kieselsäure versehene Conit vom Meissner in Hessen und vielleicht auch der durch Thon verunreinigte Gurhofian von Gurhofen in Oesterreich.

d. Durch Thon- Eisenoxyd- oder Bitumenbeimengungen verunreinigte Dolomite. Zu ihnen gehören:

1) die dolomitischen Mergel, welche namentlich im Gebiete der Trias, vorzüglich des Keupers, auftreten und 10—14 pCt. Kalkcarbonat, 10—30 pCt. Magnesiacarbonat, 1—4 pCt. Eisenoxyd und bis 87 pCt. Thon enthalten. Im frischen Zustand grau ins Blauliche oder Grünliche, angewittert aber ockergelb bis braunroth; auf den Spaltflächen oft mit schwarzen dendritischen Zeichnungen. — Von dem ihnen ähnlichen Kalkmergel leicht durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure unterscheidbar. Spec. Gewicht = 2,67—2,83. — Härte = 3—4;

2) der bituminöse Dolomit, rauchgrau bis schwärzlich, beim Reiben nach Schwefelleber riechend; bei seiner Lösung in Salpetersäure einen dunkelgefärbten Schaum und einen unlöslichen Rückstand von

Bitumen gebend. Im Gebiete der Zechstein-, Lias- und Juraformation.

Bemerkung. Die ausführliche Beschreibung der massig auftretenden Abarten des Dolomites gehört nicht hierher, sondern in der Felsartenkunde. (Vergl. meine Classification und Beschreibung der Felsarten. S. 129 ff. u. 134.)

§. 66b. Die Verwitterung und Umwandlung der Dolomite ist hauptsächlich abhängig einerseits von der Aggregationsform ihrer Massetheile und andererseits von der Grösse ihres Kalkgehaltes und der ihnen beigemengten Schwermetallcarbonate.

a. Dass bei sonst gleicher chemischer Zusammensetzung die Krystalle länger und stärker den Angriffen der Verwitterungs- und Umwandlungspotenzen widerstehen, als die massigen Aggregate, und dass unter diesen die poren- und lückenfreien wieder stabiler sind, als die in ihrer ganzen Masse von Poren, Zellen und Felsklüften durchzogenen, — ist beim Dolomite gerade so wie bei anderen Mineralien. Indessen kommen bei demselben doch mehrere Erscheinungen vor, welche nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

1) Die Dolomitkrystalle widerstehen den Angriffen der Atmosphärilien weit länger, als der Kalkspath. Ich besitze Zwillingskrystalle des Dolomites von Traversella, welche theilweise mit Kalkspathprismen bedeckt sind. Diese letzteren zeigen sich an ihren Ecken und Kanten ganz abgerundet und auf ihren Flächen angeätzt und matt, während die von ihnen besetzten Dolomitrhomboëder nicht nur an allen frei hervorragenden Ecken und Kanten noch unversehrt und scharf, sondern auch auf ihren Flächen noch frisch und spiegelnd erscheinen, trotzdem dass auf diesen das Wasser besser und länger haften konnte, da sie an manchen Stellen rings von Kalkspathkrystallen umgürtet sind. Indessen trotz ihrer Hartnäckigkeit werden sie doch allmählig von Kohlensäure haltigem Meteorwasser zuerst an ihren Ecken und Kanten, dann aber auch auf den Flächen in der Weise zersetzt, dass sie einen Theil ihres Kalkgehaltes verlieren und von Aussen nach Innen in eine mürbe bis erdige, an Magnesiacarbonat reiche Masse umgewandelt werden. So kommen in dem Fasergypse des von mir schon oft erwähnten Gypsstockes von Kittelsthal zahlreiche erbsen- bis wallnussgrosse Dolomitrhomboëder vor, welche an ihren Kanten und Ecken abgerundet, auf ihren Flächen matt, rissig und vom Messer leicht schneidbar, in ihrer Masse von Aussen nach Innen in eine abreibliche Substanz umgewandelt sind, welche nach vielfachen Analysen zwar eine sehr abweichende Zusammensetzung hat, im

Mittel von 5 Analysen jedoch aus 40 pCt. Kalkcarbonat und 40 pCt. Magnesiacarbonat und Wasser besteht und dabei ein spec. Gewicht = 2,63 besitzt. Es haben demnach die ursprünglichen, reinen Dolomitkrystalle, welche 55,520 Kalkcarbonat und 42,482 Magnesiacarbonat und ein spec. Gewicht = 2,85 besitzen, hauptsächlich kohlensauren Kalk verloren.

Bemerkung. Das Auftreten dieser Dolomitkrystalle in dem Gypsstocke von Kittelsthal ist so eigenthümlich, dass ich es hier mit einigen Worten näher angeben muss. Das Weitere davon habe ich schon in der Zeitschrift der geologischen Gesellschaft (Jahrg. 1861 von S. 161 an) beschrieben. Die untersten Lagen dieses Gypsstockes bestehen aus dichtem Gypse, in welchem zahlreiche Specksteinknollen, gut ausgebildete Bergkrystalle und frische Rhomboëder von Normaldolomit eingebettet liegen. An ihrer Oberfläche haben diese Gypslagen eine 6–8 Fuss breite und 12 Fuss tief in ihre Masse einschneidende Trichterbucht, welche mit hin und her gewundenen, oft sich fast concentrisch umeinander schlingenden abwechselnden Lagen von schwarzen, grauen, glimmerreichen Thonletten und weissen Fasergypsplatten ausgefüllt erscheint. In den zuunterst liegenden Platten dieses Fasergypses nun treten die oben erwähnten, halbzersetzten Dolomitrhomboëder auf. – Nach dem ganzen Auftreten ist diese Fasergypszone offenbar dadurch entstanden, dass eine wirbelnde schlammige Wasserfluth sich in die oberste Lage des, die Unterlage des ganzen Stockes bildenden, dichten Gypes die oben erwähnte Trichtergrube nagte und dabei den Gyps selbst löste, so dass die in demselben liegenden Dolomitkrystalle frei und nun ebenfalls von dem wirbelnden Wasser erfasst, abgeschliffen, angeätzt und theilweise ihres Kalkes beraubt wurden. Als nun später Ruhe eintrat, senkten sich zuerst die so abgescheuerten und angeätzten Rhomboëder zu Boden, dann folgte der von Gypslösung durchdrungene Schlamm, aus welchem endlich bei der Verdunstung des Lösungswassers der Fasergyps sich in Schnüren und Platten zunächst da ausschied, wo ihm die zu Boden gesunkenen Dolomitkrystalle gute Haftpunkte darboten.

2) Die massigen Dolomitaggregate (Dolomitfels) widerstehen dem Verwitterungsprocesse um so stärker, je feinkörniger und dichter sie sind, wie man an den Dolomitschroffen Südtyrols hinlänglich sehen kann. Ist aber ihre Masse porös, dann zieht jede Pore, als ein Haarröhrchen, das mit Kohlensäure beladene Meteorwasser in sich ein und leitet dasselbe nach dem Innern der Steinmasse. Daselbst gegen alle Verdunstung geschützt nagt die Kohlensäure des Wassers die zarten Wände der einzelnen Massenkrystalle so an, dass sie allmählig rundkörnig, sandähnlich werden und nun dem später eindringenden Meteorwasser zwischen sich grössere Haftstellen gewähren, zugleich aber auch die innige Berührung

unter einander so verlieren, dass sie unter sich ein nur locker zusammenhängendes Haufwerk bilden. Und indem nun alles nachfolgende Wasser auf gleiche Weise wirkt, werden zunächst die die einzelnen Dolomitkörner so abgenagt, dass sie nur noch pulverförmig erscheinen und unter sich allen Halt verlieren, sodann aber auch die ursprünglich kaum bemerkbaren Poren allmählig zu immer grösseren Lücken und Höhlungen, auf deren Sohle sich die ihren Zusammenhalt verlierenden dolomitischen Pulverkörner als eine hart anzufühlende, gelbliche oder graue, lose Aggregation — als sonannte Asche — anhäufen. Die durch das kohlensaure Wasser abgelösten Theile der ehemaligen Dolomitkrystalle aber werden entweder auf Ritzen und Spalten der Felsmasse ganz ausgelaugt oder theils als Bitterspathdrusen, theils als dolomitischer Sinter in den eben erst genagten Höhlungen wieder abgesetzt. In dem Dolomite am Heiligensteine („alten Keller") bei Eisenach finden sich dergleichen Höhlenräume mit Asche und Drusen regenerirter Bitterspathe nicht selten; ebenso auch in den Tyroler Dolomiten.

Dies sind die Veränderungen, welche das kohlensaure Wasser an den reinen Dolomiten hervorbringt. Eine andere Art von Umwandlung aber erleiden dieselben, wenn in ihrer Masse sich vitriolescirende Schwefelmetalle, so namentlich Eisenkiese und Kupferkiese, befinden; denn in diesem Falle wird durch die bei diesem Processe entstehenden und im Wasser löslichen Vitriole der Dolomit an allen von ihnen berührten Stellen in Gyps und Bittersalz umgewandelt, während sie selbst zu Eisenspath, Brauneisenstein, Malachit etc. werden. Ich habe diesen Process mehrfach in der Masse der eisenkieshaltigen Dolomitmergel der Keuperformation bei Eisenach beobachtet, wie ich früher schon bei der Beschreibung des Eisenkieses da, wo von dem Einflusse seines Vitrioles auf andere Mineralien die Rede war, angegeben habe (S. S. 150).

b. Weit schneller geht die Umwandlung oder Zersetzung der Dolomite vor sich, wenn dieselben in ihrer Masse Beimengungen von Schwermetallcarbonaten, namentlich von Eisen- oder Manganoxydul, besitzen. Denn indem das Eisen- oder Manganoxydul Sauerstoff anzieht und sich in Folge davon in Eisen- oder Mangansesquioxydhydrat umwandelt, giebt es seine Kohlensäure frei, welche nun mit Hülfe des Meteorwassers gleich zur Anätzung des Kalkmagnesiacarbonates benutzt wird. Die auf diese Weise angegriffenen Dolomitkrystalle zeigen, da der Zersetzungsprocess von ihrer Oberfläche aus vor sich geht, zuerst an der Oberfläche ein anfangs messinggelbes Farbenspiel, später Eisen- oder Manganoxyddendriten, endlich einen mattfarbigen, ockergelben

Ueberzug, dann eine Auftreibung und Lockerung ihrer Oberfläche und zuletzt eine concave Einsenkung ihrer Krystallflächen, damit aber auch zugleich ein Mürbewerden ihrer ganzen Masse. Enthalten sie nun sehr viel Eisencarbonat, so bleibt am Ende dieses Umwandlungsprocesses von der ganzen Dolomitmasse nur noch das Eisenoxydhydrat übrig, welches nun eine cavernöse Pseudomorphose nach dem ehemaligen Dolomitkrystall bildet, indem durch die bei der höheren Oxydation des Eisenoxydules freigewordene Kohlensäure die eigentliche Dolomitmasse gelöst und allmählig ausgelaugt worden ist. Belege für diese Art der Dolomitumwandlung finden sich öfters. — Wie bei den einzelnen Krystallen, so geht auch bei den, Eisencarbonat reichen, massigen Dolomitaggregaten die Zersetzung vor sich, zumal wenn sie recht porös, zellig und von zahlreichen Klüften durchzogen sind, auf welchen die Tagewasser bis in das Innerste der Massen gelangen kann. An den Marktbergen (1½ Meile östlich von Eisenach) lagert ein Dolomit, dessen Masse vom Tage aus nach allen Richtungen hin so von Zellen durchzogen ist, dass sie einem versteinerten Schaume nicht unähnlich sieht. In einem Steinbruche dieses Gesteins gewahrt man aber, dass bei 12 Fuss Tiefe die Zellen immer mehr abnehmen und bei 20 Fuss Tiefe fast ganz verschwinden, so dass die Masse des Gesteins nur noch porös krystallinisch erscheint. Die tiefste Lage des Dolomites enthält durchschnittlich 5—6 pCt. Eisencarbonat, während die oberste zellige Masse desselben keine Spur enthält, dafür aber nicht nur an den Wänden ihrer Zellen und Höhlungen mit Ueberzügen von Eisenglimmer versehen ist, sondern auch in den Zellen selbst theilweise wenigstens mit Eisenrahm erfüllt erscheint. Diese ganze Erscheinung ist doch wohl dadurch hervorgebracht worden, dass zunächst das diesem Dolomite so reichlich beigemengte Eisencarbonat von der Oberfläche der Felsen aus in Eisenoxydhydrat umgewandelt und dann die Dolomitmasse selbst durch die hierbei freiwerdende Kohlensäure angeätzt und zum Theile ausgelaugt worden ist. Wenigstens spricht für diese Ansicht, dass der in den tieferen Stellen des Steinbruches vorkommende Dolomit, in welchem das Eisencarbonat noch unverändert vorhanden ist, noch rein krystallinisch ist und weder Zellen noch Eisenrahm u. dergl. zeigt.

c. Wie Beimengungen von kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul, so befördert auch Zinkcarbonat die Zersetzung des Dolomites. Es ist oben schon mitgetheilt worden, dass der Dolomit von der Scharleygrube bei Tarnowitz in Schlesien und von Altenberg bei Aachen 1—2 pCt. Zinkcarbonat beigemengt enthält. Wirkt nun Kohlensäure-haltiges Wasser auf einen solchen Dolomit ein, so laugt dasselbe das

Zinkcarbonat aus, so dass die Dolomitmasse zellig, mürbe und klüftig wird. Das mit dem Zinkcarbonat beladene Wasser drängt sich nun durch alle Zellen, Klüfte und Spalten dieser Dolomitmasse und setzt in denselben allmählig bei seiner Verdunstung sein Zinkcarbonat als Galmei wieder ab. Wenigstens scheint auf diese Weise die Bildung der von Krug von Nidda (in der Zeitschrift der deut. geologischen Gesellschaft Bd. II. S. 206 ff.) so schön geschilderten Galmeiablagerung in dem stark zerklüfteten Dolomite in der Galmeygrube bei Tarnowitz sich am einfachsten erklären zu lassen.

d. Sehr kalkreiche Dolomite und dolomitische Kalksteine sind unter allen Dolomit-Abarten am leichtesten durch das Kohlensäure haltige Meteorwasser umzuwandeln, indem das letztere allmählig allen überschüssigen Kalk auflöst und auslaugt, so dass zuletzt aus einem dolomitischen Kalksteine ein wahrer Normaldolomit werden kann. — Ich habe Gelegenheit gehabt, sowohl in der nächsten Umgebung Eisenachs, wie auch bei Schloss Altenstein am Südrande des Thüringer Waldes diesen Umwandlungsprocess zu beobachten.

1) In einem Steinbruche an der Göpelskuppe bei Eisenach, welchen ich schon bei der Beschreibung der Umwandlungen des kohlensauren Kalkes näher geschildert habe, besteht die oberste, zu Tage stehende Kalkmasse aus einem durch und durch zelligen Dolomit, dessen Masse im Mittel 58 pCt. Kalkcarbonat, 40 pCt. Magnesiacarbonate 0,5 pCt. Eisenoxydhydrat und etwas Thon enthält. 5 Fuss unter der Oberfläche erscheinen die Zellen und Klüfte dieses Dolomites ausgefüllt mit Kalkspathdrusen; bei 12 Fuss Tiefe endlich verschwinden seine Zellen und seine sandkörnige Masse zeigt 88 pCt. Kalkcarbonat, 10 pCt. Magnesiacarbonat und etwas Eisencarbonat nebst Thon. — Die obersten Lagen dieses Gesteines sind demnach durch Auslaugung ihres beigemengten kohlensauren Kalkes in wahren Dolomit umgewandelt worden, während seine unteren Lagen noch aus dolomitischem Kalksteine bestehen. — Einige Schritte weiter von diesem Steinbruche ist der dolomitische Kalkstein in seiner ganzen Masse in Dolomit umgewandelt und mit dem aus seinem Gemenge augelaugten kohlensauren Kalke ein Kalkspathgang in dem unmittelbar unter diesem Dolomite lagernden Rothliegenden gebildet worden.

2) Am hohlen Steine bei Glücksbrunn enthält das dolomitische Gestein:

in der Höhle am Fusse des Berges	auf der Höhe desselben
60,00 $\dot{Ca}\ddot{C}$	42,9 $\dot{Ca}\ddot{C}$
36,50 $\dot{Mg}\ddot{C}$	55,4 $\dot{Mg}\ddot{C}$
4,00 $\dot{Fe}\ddot{C}$	2,7 $\dot{Fe}\ddot{C}$

Es erscheint also auch in diesem Falle das Gestein von seiner Oberfläche aus nach seinem Innern hin in Dolomit umgewandelt, während es in der Tiefe noch dolomitischer Kalk ist.

e. Endlich wirken auch die einem Dolomite beigemengten **bituminösen Substanzen** auf seine Zersetzung ein, indem sie einerseits unter Einfluss der atmosphärischen Luft Kohlensäure aus sich entwickeln, welche nun einerseits wieder zunächst das Kalkcarbonat des Dolomites löslich macht und andererseits durch ihre Umwandlung in Kohlensäure sich verflüchtigen, wodurch die Dolomitmasse aufgelockert, porös und mürbe wird, so dass nun die atmosphärische Feuchtigkeit besser an ihr haften und im Vereine mit der Kohlensäure stärker auf sie einwirken kann. Zuerst Entfärbung, dann Lockerung und endlich Zerfallung der Dolomitmasse zu einem körnigen Pulver ist die gewöhnliche Folge dieser Art des Verwitterungsprocesses.

§. 66c. Vorkommen und Bildungsquellen des Dolomites.

Die Dolomitkrystalle finden sich vorherrschend theils einzeln eingewachsen im Chlorit-, Talk- und Magnesiaglimmerschiefer, im Serpentin, Gabbro, Diabas und Diorit, theils drusenweise auf Spalten, Gang- und Lagerräumen der ebengenannten Gesteine und denn gewöhnlich in der Gesellschaft von Mineralien, welche aus der Zersetzung oder Umwandlung dieser Felsarten hervorgehen, so namentlich mit Quarz, Eisen-, Kalk- und Gypsspath, Eisen- und Manganoxyd, Talk, Chlorit und Speckstein. Mehr zufällig und ausnahmsweise treten sie auch im Gypse auf. Sieht man nun von diesem letzten, §. 63a S. 319 schon erklärten, Vorkommen ab, so wird man gewahr, dass alle diejenigen Mineralien, in deren Masse oder in deren nächster Umgebung diese Dolomitkrystalle auftreten, entweder kalkhaltige oder kalklose Magnesiasilicate sind. Bedenkt man dann weiter, dass unter diesen Silicaten die kalklosen Magnesiasilicate, wie Chlorit, Talk, Speckstein und Serpentin anerkannte Zersetzungsproducte der Kalk-Magnesiasilicate, so namentlich der Augit-, Hornblende-, Diallag-, Magnesiaglimmer-, Magnesiaturmalin- und Kalkthongranatarten sind, und dass die Dolomitkrystalle am häufigsten, ja vorherrschend grade mit diesen ebengenannten kalklosen Magnesiasilicaten verbunden vorkommen, so wird man unwillkürlich zu dem Schlusse hingetrieben, dass auch **diese Dolomitkrystalle eben so gut**, wie die **mit ihnen verbundenen Mineralien Zersetzungsproducte der Kalkerde haltigen Magnesiasilicate** sind, oder dass mit anderen Worten **diese letztgenannten Silicate eine Hauptbildungsquelle für den Dolomit** abgeben. — Vielleicht werden folgende Thatsachen diesen Ausspruch bestätigen:

1) Dicht vor Ruhla (1 Meile südöstlich von Eisenach) lagert im Magnesiaglimmerschiefer ein eigenthümliches dickschiefriges oder plattenförmig

abgesondertes Hornblendegestein, welches von mir in der geognostischen „Beschreibung des nordwestlichen Ende vom Thüringer Walde" (vergl. Zeitschrift der deut. geolog. Gesellschaft Jahrg. 1858 S. 308) Kalkdiorit genannt worden ist und aus einem feinkörnigen bis flaserigen Gemenge von Magnesiaglimmer, Kalkhornblende und Oligoklas, welcher jedoch lagenweise durch Kalkspath vertreten wird, besteht; ausserdem aber auch viel Pyrit und Magnetkies beigemengt enthält. Zahlreiche sich nach unten verengernde Spalten und Klüfte durchsetzen dasselbe von oben aus nach verschiedenen Richtungen hin. Diese Spalten sowohl wie auch die Absonderungsklüfte zwischen den einzelnen Gesteinslagen sind überall da, wo sie mit der Luft in Berührung stehen, theils mit zellig zernagtem Quarze, theils mit pulverigem Manganoxyd oder Eisenoxydhydrat, theils mit Speckstein, Grünerde, Kalkspath und Bitterspath ausgefüllt. In manchen dieser Spalten finden sich alle diese Mineralsubstanzen zugleich und dann so, dass zunächst an den Seitenwänden der Spalten pulverige Zonen von Mangan-Eisenoxyd, darüber dann Quarz und über diesem zuerst Grünerde, dann Bitter- und Kalkspath sitzen. Die Wände dieser Spalten werden zunächst aus einer dünnen, im nassen Zustande schmierig klebrigen, im trockenen Zustande aber blätterigen, durch Manganeisenoxyd dunkelrothbraun gefärbten, 3—4 Linien dicken, Lage von Walkerthon gebildet, hinter welcher nun das im frischen Zustande dunkelgrüngrau gefärbte, sehr feste und zähe Dioritgestein auf 5—6 Linien weit lichtgrünlichgrau und mürbe erscheint und zahlreiche kleine, silberweisse, Kaliglimmerschuppen enthält. Noch stärker aber erscheint dieses Gestein in seinen obersten, mit der Luft in Berührung stehenden, Lagen verändert; denn in diesen besteht es unmittelbar über dem noch unzersetzten Gesteine nur noch aus Hornblende mit Kaliglimmer und über diesen aus einem mürben Gemenge von Eisenoxyd und Kaliglimmerschuppen, zu denen sich hie und da kleine Felsspathwürfel und einzelne Rudilnadeln gesellen. Berücksichtigt man nun, dass das frische noch unzerzetzte Gestein Magnesiaglimmer, Kalkspath und Schwefeleisen besitzt, seine in Zersetzung begriffene Masse aber entweder aus Hornblende und Kaliglimmer, oder aus einem lockeren Gemenge von Walckerthon, Eisenoxyd und Kaliglimmer besteht, so wird man die in den Spalten auftretenden Mineralsubstanzen, namentlich den Speckstein, die Grünerde, den Bitterspath (Dolomit), für Zersetzungsproducte dieses Diorites halten müssen. Ob aber die Hornblende oder der Magnesiaglimmer dieselben, oder diese beiden Mineralien zugleich die ebengenannten Substanzen geliefert haben, ist nicht leicht zu entscheiden. Ich für meinen

Theil möchte den Magnesiaglimmer für den hauptsächlichen Erzeuger derselben halten; weil

1) sowohl der in dem eben beschriebenen Diorite auftretende, wie auch der die sämmtlichen Bergketten der Umgebung zusammensetzende Glimmer wenigstens 20 pCt. Magnesia, 1—3 pCt. Kalkerde, 1—5 pCt. Eisenoxyd und auch Spuren von Fluor, also das Material zur Erzeugung von Speckstein, Chlorit, Dolomit, Eisenoxyd und Flussspath enthält;
2) Da Magnesiaglimmerschiefer in einiger Entfernung von diesem Dioritstocke (an der sogenannten Struth) wirklich in Chloritschiefer und Speckstein übergeht, wobei sein Glimmer selbst eine silberweisse Farbe annimmt, kleinschuppig wird und sich geradezu wie Kaliglimmer verhält;
3) über dem Dioritstocke sich eine Einlagerung von Magnesiaglimmergneiss befindet, in dessen oberen Lagen der Glimmer so zersetzt ist, dass nur noch Eisenoxyd in dünnen Lamellen zwischen den Quarz-Feldspathlagen auftritt und so das Gestein zu Granulit wird, während in seinen Spaltklüften ein aus Braunspath, Thon und Grünerde bestehendes Gemenge auftritt;
4) viele der oben schon erwähnten Dolomitkrystalle des Kittelsthaler Gypses einen Kern einschliessen, welcher aus einem Gemenge von mikroskopisch kleinen Quarzkörnchen und silberweissen Kaliglimmerschüppchen besteht.

Aus allen diesen Gründen möchte ich glauben, dass der Magnesiaglimmer in unserem gegebenen Falle der Erzeuger des Dolomites, Chlorites, Specksteins und Flussspathes ist, während er selbst sich dabei in Kaliglimmer oder auch in Eisenglanz umwandelte; ja dass selbst auch die in dem Gyps von Kittelsthal auftretenden Dolomitkrystalle von ihm abstammen. Es möchte nicht schwer sein, das Letztere zur Wahrscheinlichkeit zu machen. Der Kalkspath des oben beschriebenen Kalkglimmerdiorites wurde zuerst durch die zahlreich in dem letzteren auftretenden Schwefelkiese bei ihrer Vitriolescirung in Gyps umgewandelt; durch die hierdurch frei werdende Kohlensäure wurde dann der Magnesiaglimmer zersetzt. Wasser fluthete nun nach einander zuerst den so entstandenen Gyps, dann die sich später aus dem Glimmer entwickelnden Carbonate der Kieselsäure und der Kalkmagnesia und Kaliglimmerschüppchen weg in die diesem Hornblendegesteine gegenüber liegende Bucht von Kittelsthal. Hier stagnirend setzte das Wasser bei seiner Verdunstung zuerst den Gyps ab, dann, als dieser schon breiig geworden, die später zugeflutheten Kaliglimmerschüppchen, welche sich in dem Gypsbrei zu kleinen Knötchen verbanden. Diese Knötchen bildeten nun die Haftpunkte, um welche sich endlich bei vollständiger Verdampfung ihres kohlensauren Lösungswassers sowohl die Dolomitkrystalle wie auch die sie begleitenden Bergkrystalle absetzten (vgl. meine oben er-

hnte Abhandlung im Jahrb. der deut. geol. Gesellschaft, Jahrg. 1861. 173 ff.).

2. Wie man Krystalle und krystallinische Aggregate von Dolomit gewachsen in der Masse von derben Magnesiasilicaten oder auf den Vertterungsspalten von solchen Gesteinen findet, welche Kalkmagnesiasilicate Hauptgemengtheilen besitzen, so trifft man auch umgekehrt theils die schen Krystalle der sie erzeugenden Mineralarten, theils die Zersetzungser Umwandlungsproducte dieser letzteren sowohl im Innern von Dolomitystallen eingeschlossen, wie auch in der Masse derber Dolomitaggregate igebettet. — Dass in den Dolomitkrystallen des Gypsstockes von Kittelsal sehr häufig ein Aggregat von Kaliglimmerschüppchen den Kern bildet, a welche herum sich diese Dolomitkrystalle abgesetzt haben, ist eben non erwähnt worden. Ebenso findet man in dem zuckerkörnigen Dolote von Südtyrol hie und da zahlreiche Chrom- und Magnesiaglimmerittchen, auch Chlorit, Delessit und Talkschuppen; in dem Dolomite des . Gotthards schöne grüne Turmaline; in dem Magnesia haltigen körnigen alke (Dolomit?) von Sala in Schweden grünen Granat nebst Bleiglanz und nkblende; in dem Dolomite des Fassathales in Südtyrol Vesuvian mit ranat und Pistacit; in dem Dolomite Schwedens und des St. Gotthard rammalit (Hornblende) mit Granat, Epidot und Talk.

3) Ein höchst interessantes Vorkommen dieser Art befindet sich nach r gefälligen Mittheilung meines Freundes, Dr. Bornemann, bei Traverlla. Daselbst lagert im Gebiete eines Syenitgesteines ein mächtiger zgang, welcher Kalkspath, Dolomit, Quarz, Magneteisen, Chlorit, Scheelit, sen- und Kupferkies enthält und ein mächtiges Mineralnest umschliesst, elches aus Amphibol-Arten (Traversellit Scheerers) Granat, Epidot und yrgom besteht, etwa wie beistehende Figur zeigt.



Wie bei der Beschreibung des Granates und der Hornblende später ezeigt werden wird, so sind Traversellit, Granat, Epidot, Magneteisen,

Kalk- und Dolomitspath Umwandlungsproducte der Hornblende. Sollte nun in dem vorliegenden Falle der dolomit-, kalkspath-, quarz- etc. haltige Erzgang nicht auch aus der Zersetzung des Hornblendegesteines entstanden sein? Sollte nicht vielleicht das Amphibolnest in der Mitte des Ganges der Rest dieses ursprünglichen und nun zersetzten Hornblendegesteines sein?

4) Nach Sandberger (Geogn. Beschreibung etc. S. 25) lagert im Gneisse des Schlossgrundes bei Oppenau ein, — muthmasslich aus der Zersetzung des Gneisses entstandener und 10,76 Eisenoxyd haltiger — blutrother, körniger Dolorit, welcher am Liegenden bis zollgrosse Büschel von hellgrüner, strahlsteinartiger Hornblende enthält. Kleine Schnüren und Drusen enthalten Rhomboëder von Braunspath, blättrigem Schwerspath, schuppigem Eisenglanz und Wad.

Die massigen Dolomitaggregate (Dolomitfels) dagegen finden sich in ihrer stärksten Entwickelung hauptsächlich im Verbande mit Kalksteinen, Mergeln und Gypsstöcken der verschiedensten, durch Meeresniederschläge gebildeten, Formationen, jedoch so, dass sie im Allgemeinen in den älteren Formationen massiger entwickelt erscheinen, als in den jüngeren (wenn man von den gewaltigen Dolomitgebilden des fränkischen Jura absieht). In der Regel bilden sie dann das oberste Ablagerungsglied dieser Formationen überhaupt oder doch ihrer einzelnen Etagen; hie und da findet man sie jedoch auch in Wechsellagerung mit den obengenannten Kalkgesteinen. Folgende Belege werden das oben Ausgesagte bestätigen.

a. Dolomite der Grauwackeformation. Nach Dale-Owen bestehen in Jowa, Wisconsin und Illinois die unteren Etagen der silurischen Cliff-limestone zum grossen Theile aus einem an Hornsteinnestern, Bleierzen und Petrefacten reichen Dolomite. — Nach L. v. Buch (vgl. Nöggeraths Rheinland III. S. 280) besteht in der Eifel die oberste Etage jeder Kalksteinmulde aus sehr charakteristischem Dolomit. — In der devonischen Grauwacke des Lahn- und Dillthales enthält die Gruppe des Schalsteines (mittlere devonische Etage) Einlagerungen von Kalkstein und krystallinischem Dolomit. — In derselben Formation finden sich nach Klipstein (Karstens u. v. Dechens Archiv. Bd. 17, 1843. S. 265 ff.) bei Kleinlinden unweit Giesen in einem Kalksteinbruche zwei Dolomitgänge, welche den devonischen Kalkstein durchsetzen und sich dann über der Oberfläche des letzteren ausbreiten. An ihren beiderseitigen Grenzen gehen diese Gänge ganz allmählig in den Kalkstein über.

b. Im Gebiete der Steinkohlenformation erscheint der Dolomit vorherrschend als ein Begleiter des Kohlenkalksteines, so bei Ormeshead in Flintshire, bei Skerries in Irland, wo er ein 8 Fuss mächtiges Zwischenlager im Kalkstein bildet, in Belgien, wo nach Dümont eine solche Dolomiteinlagerung den Kohlenkalkstein geradezu in drei Etagen

absondert; am Waldai, wo nach Murchison ein gelblicher sandiger Dolomit, welcher Hornsteinlagen und Petrefacten umschliesst, den Kohlenkalkstein begleitet.

c. In der Zechsteinformation bildet sowohl der Dolomit, wie auch der dolomitische Kalkstein im Vereine mit Stinkkalk, braunrothem Lettenschiefer oder Mergel, Gyps und Steinsalz die obere Etage der ganzen Formation in Thüringen. Bei Riechelsdorf in Hessen wechsellagert er mit Gypsadern führendem Lettenschiefer und geht nach unten in Stinkstein über. Bei Eppichnellen unweit Eisenach wechsellagert er ebenfalls mit Stinkstein und bildet ausserdem noch das krystallinische Bindemittel einer Breccie, welche Stinkstein- und Zechsteintrümmer umschliesst. In einer ähnlichen Breccie mit Trümmern von Kohlensandstein, Grauwacke, Quarz etc., welche die Zechsteinformation von Devonshire, Staffordshire enthält, tritt der Dolomit ebenfalls als Bindemittel auf. (Muss in diesem Falle der Dolomit nicht flüssig gewesen sein?) — Ganz besonders ist noch hervorzuheben, dass er in Thüringen — so bei Eisenach, bei Schweina etc. — zunächst nach seinen tieferen Lagen hin stets in dolomitischen Kalkstein übergeht, sodann in seinen oberen rein dolomitischen Lagen keine oder nur undeutliche Spuren von Petrefacten zeigt, während seine unteren, noch aus dolomitischem Kalksteine bestehenden, Lagen — z. B. am Hohlen Steine bei Schweina — von Petrefacten (Fenestellen und Productus) wahrhaft strotzen. Dagegen ist auch zu bemerken, dass am Ebersberge bei Eisenach ein wahrer Dolomit ganz von Bitumen und halb zersetzten Spirifer- und Lingula-Exemplaren durchzogen ist.

d. In der Buntsandsteinformation Thüringens bildet er bei Eisenach über den bunten Thonmergeln und selbst von Thon durchzogen die oberste Lage und enthält Steinkerne von Trigonia Goldfusii. In Würtemberg bildet der, in seinen oberen Lagen thonige und eine Menge Petrefacten einschliessende, Wellendolomit ebenfalls die oberste Etage dieser Formation.

e. In der Muschelkalkformation Schwabens besteht die obere Etage aus kieselreichen Kalkbänken, welche nach oben in feinkörnigen porösen Dolomit übergehen. In Franken dagegen setzt der Dolomit in Gemeinschaft mit mergeligem Kalkstein, Gyps, Anhydrit und Steinsalz den mittleren Muschelkalk zusammen. Dasselbe ist auch bei Tarnowitz in Oberschlesien der Fall. An diesem letztgenannten Orte steht er im Verband mit Brauneisenstein, Galmei und Bleierzen. — Und in Südtyrol baut er in der Umgebung des Fassathales die wunderbaren Felskegel des Langkoffels, Schlerns, Rosengartens etc. auf.

f. In der Keuperformation bildet er die oberen Ablagerungen der

Lettenkohlengruppe. In Schwaben erscheint er so zwischen dolomitischen Kalksteinen und mit Bitterspathdrusen; in Thüringen bei Eisenach über bunten, kieselsäurereichen Mergeln und angefüllt mit halbzersetzten Steinkernen von Trigonia Goldfussii, Gervillia socialis u. a. Bivalven. — In der mittleren Etage dieser Formation aber setzt er mit Thon untermischt eine Zone von dolomitischen Mergeln zusammen, welche Gypsadern und Drusen von Quarz-, Kalk- und Braunspathkrystallen (so bei Eisenach und auch im Würtembergischen) umschliessen.

g. Im schwarzen und braunen Jura spielt er nur eine untergeordnete Rolle oder fehlt auch ganz, dagegen tritt er in der oberen Etage des Jura sowohl in Schwaben wie in Franken um so massiger entwickelt auf. In erstgenanntem Landesgebiete erscheint er unter den Ablagerungen des Krebsscheerenkalkes im mannigfachen Wechsel mit hellgefärbten, ungeschichteten, theils dichten, theils zuckerkörnigen Kalksteinen und enthält eben so wie dieser Knollen von Chalzedon und Flint. In Franken aber lagert er unter dem lithographischen Kalkschiefer und über Kalkmergel oder geschichtetem weissen Kalksteiue.

h. Im Kreidegebiete tritt er auch nur hie und da — so in Sicilien bei Palermo, in Frankreich am Becken des Adour, in Irland bei Donals-Hills — in untergeordneten Lagern auf. Und in dem tertiären und quaternären Gebiete scheint er ganz zu fehlen.

Wie schon ein flüchtiger Blick lehrt, so zeigt in den eben betrachteten Ablagerungsverhältnissen der Dolomit immer einige bestimmt wiederkehrende Erscheinungen.

1) Er lagert entweder auf oder zwischen hydrogenen Gesteinen, welche kohlensauren Kalk führen, seien es nun Kalksteine, Mergel, Kalkthon oder kalkige Sandsteine, ja er geht sogar oft in seinen unteren Lagen oder auch nach den seitlich ihn einschliessenden Kalksteinen allmählig in diese letzteren über.

2) Sehr häufig, so namentlich in der Zechstein-, Muschelkalk- und Keuperformation bildet er die Decke theils von gypsadrigen Mergeln, theils von eisenschüssigen Thongesteinen, welche Gypsstöcke und auch wohl Steinsalzlager umschliessen; ja er umschliesst selbst bisweilen in seinen unteren Massen Gypsadern.

3) Häufig steht er auch in Verbindung und sogar Wechsellagerung mit bituminösen, Versteinerungen führenden, Kalksteinen. Es erscheint indessen bemerkenswerth, dass

a. in der Regel die petrificirten Gehäuse der in ihm vorkommenden Mollusken und Korallen nicht mehr ihre natürliche Schale besitzen und an ihrer Oberfläche angeätzt und porös erscheinen. Sehr auf-

fallend kann man dies u. a. am Ebersberg bei Farnrode unweit Eisenach sehen, wo der mit dem Dolomit im Verbande stehende Stinkkalk Spirifer mit wohlerhaltenen Schalen zeigt, während in dem Dolomit selbst diese letzteren meist nur als ganz rauhflächige Steinkerne auftreten;

b. die Petrefacten gewöhnlich in den starkzellig zernagten und klüftigen Dolomiten fehlen. Sowohl am Nord- wie am Südrande des Thüringer Waldes (bei Eisenach und Schweina) tritt diese Erscheinung grell hervor. In der Umgegend Eisenachs kommen nur zellig zerklüftete Dolomite vor; in ihnen ist keine Spur von Petrefacten zu finden. Bei Schweina erscheinen die oberen Massen des Dolomites ganz zerklüftet und versteinerungsleer, die unteren Lagen dieses Gesteines aber fein porös oder dicht und voller Fenestellen, Producten und Terebrateln.

4) In den secundären Formationen — namentlich vom Muschelkalk an bis zur Kreide hin — enthalten nicht blos die den Dolomit begleitenden Kalke und Mergel, sondern oft auch die unteren Lagen des Dolomites selbst sehr häufig Kieselsäure-Ausscheidungen theils in der Form von Hornstein-, Chalcedon- oder Flintknollen, theils in der Gestalt von oft wunderschön ausgebildeten Quarzdrusen; ja die Masse der dolomitischen Keupermergel bei Eisenach umschliesst eine Menge vollständig ausgebildeter Krystallindividuen. Die zunächst unter dem Dolomite lagernden Kalksteine oder Mergel sind z. B. in dem Muschelkalke Schwabens und in der Keuperformation bei Eisenach fast ganz von Kieselsäure durchzogen.

5) Die zellig zerklüfteten Dolomite enthalten sehr gewöhnlich in ihren Zellen und Klüften Drusen und Rinden von Kalkspath oder Aragonit, oft aber auch von pulverigem Dolomite (sogenannte Asche) oder Mergel, ja selbst von Thon.

6) Endlich bedarf es doch auch einer Erwähnung, dass Schwefelerze, namentlich Eisenkiese, eine sehr häufig wiederkehrende Erscheinung in den Dolomiten bilden.

Berücksichtigt man nun alle die bis jetzt angedeuteten Erscheinungen, so kommt man unwillkürlich zu der Annahme, dass je nach ihrer Bildungsweise zweierlei Dolomite zu unterscheiden sind.

1) Die einen sind Zersetzungsproducte von Kalkmagnesiasilicaten und stehen daher immer in einer gewissen Verbindungs-Beziehung zu diesen letzteren, sei es nun, dass sie

a. im Gemenge mit scheinbar noch frischen Kalkmagnesiasilicaten, z. B. mit Hornblende, Augit, Granat, Turmalin, Magnesiaglimmer etc., auftreten;

b. die ebengenannten Kalksilicate in ihrer Masse eingebettet zeigen;

c. theils in der Masse von **Magnesiasilicaten**, welche anerkannte Zersetzungsproducte von Kalkmagnesiasilicaten sind, z. B. in Serpentin, Chlorit- und Talkschiefer, eingewachsen vorkommen;
d. theils im Gemenge mit diesen Zersetzungsproducten, so namentlich mit Quarz, Eisenspath, Kalkspath, Eisen- und Manganoxyd, Grünerde, Eisenkies etc., die Gangsgalten in denjenigen Felsarten ausfüllen, welche Kalkmagnesiasilicate zu Gemengtheilen besitzen.

Alle diese Dolomite kommen theils in selbstständig ausgebildeten Rhomboëderkrystallen theils in rein krystallinischkörnigen (zuckerkörnigen) — dem körnigkrystallinischen Kalksteine oft sehr ähnlichen — Aggregaten vor und gehören vorherrschend zu den Normaldolomiten von der Formel $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$.

2) Die anderen Dolomite sind Niederschläge im Meere und entstanden:
a. theils durch die mechanische Zerstörnng und Fortschlämmung oder durch die, mittelst kohlensauren Wassers stattgefundene, Wiederauflösung und dann später wieder erfolgten Absatz derselben in einem Meeresbecken;
b. theils durch Eindringung einer Magnesia haltigen kohlensauren Lösung in Kalksteine und Mergel.

Da sie alle als Meeresniederschläge zu betrachten sind, so kommen sie auch immer im Verbande mit anderen Arten dieser Niederschläge, so namentlich mit den schon früher angegebenen Kalkstein-, Mergel-, Thon- und Sandsteinablagerungen, zusammen vor. Sie alle treten nicht mehr in einzelnen Krystallindividuen, sondern nur in krystallinischen Aggregaten auf und gehören vorherrschend den Dolomiten von der Formel $3\ \dot{Ca}\ddot{C} + 2\ \dot{Mg}\ddot{C}$ an; oft aber sind sie auch Gemenge von Kalk oder Mergel mit diesen Dolomiten der zweiten Art. Im Besondern ist noch zu erwähnen, dass die unter 2a. genannten Dolomite, welche als **regenerirte** zu betrachten sind, sich noch am meisten den Dolomiten der ersten Art nähern und demgemäss oft noch rein zuckerkörniges Gefüge besitzen, auch noch hie und da Zersetzungsproducte der Magnesiasilicate umschliessen und weder Petrefacten enthalten noch Schichtung besitzen, da sie eben krystallinische Niederschläge aus chemischen Lösungen sind; während die unter 2b. genannten Dolomite, welche man zum Unterschied von den regenerirten **dolomitisirte Kalksteine** nennen kann, wohl nie Magnesiasilicate, aber oft Calcit, Aragonit, Eisenspath, Zinkspath, Braunspath, Quarzkrystalle oder Knollen von Horn- und Feuerstein und Eisenkiese einschliessen, porösoder zelligkrystallinisch oder auch dicht sind, häufig Petrefacten, aber fast stets ihrer ursprünglichen Schale beraubte und angeätzte, enthalten und sehr gewöhnlich auch (wenigstens Spuren von) Schichtung zeigen.

Welche Art von Magnesiasalzen hat aber diese Dolomitisirung vollbracht? und unter welchen Verhältnissen geschah dieses? — Das sind die

ragen, welche seit Leopold von Buch jeden Geologen, der es mit diesen genthümlichen Gesteinen zu thun hatte, lebhaft beschäftigt haben. Anfangs aubte man nach dem Vorgange Ardicino's, Heims und vor allen L. von uchs, dass der Dolomit aus Kalksteinen entstanden sei, welche von lcanischen, kohlensaure Magnesia haltigen, Dämpfen durchdrungen worden ien. Als man nun einsah, dass dies chemisch unmöglich war, liessen ndere dieses Gestein durch den Einfluss von schwefelsaurer Magnesia auf alksteine (so Haidinger, v. Morlot, Collegno) entstehen, um hierdurch gleich die Beziehungen des Dolomites zu den so häufig mit ihm zummenvorkommenden Gypsbildungen zu erklären. Und als man nun ieder bemerkte, dass die schwefelsaure Magnesia sich ihre Schwefelsäure ter gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht vom Kalk entziehen lässt und enn dies doch unter Hülfe von grosser Wärme und starkem Drucke gehieht, dann kein Dolomit, sondern Gyps und Magnesit entsteht, kam man dlich (so namentlich Coquand, Daubeny, Dana, Jackson, Nauck, Bischoff, lum u. a.) auf den einzig natürlichen Weg, für die Bildung der unter 2b. nannten Dolomite anzunehmen, dass Gewässer, welche doppelt ohlensaure Magnesia oder auch geradezu Dolomit gelöst thielten, die von ihnen durchdrungenen Kalksteine dolomisirt haben.

Was für diese Annahme spricht, sind folgende Thatsachen:

1) Wo Dolomite mit Kalksteinen oder Mergeln in Verbindung stehen, lagern sie in der Regel über den letzteren und gehen nach unten zu in den gemeinen Kalkstein oder Mergel allmählig über, so dass man oft keine mineralogische Grenze zwischen den beiden Gesteinsarten finden kann.
2) Dieser allmählige Uebergang findet auch da statt, wo Magnesiacarbonatlösungen in Spalten von Kalksteinen eindrangen. Aber in diesem Falle geht der dolomitisirte Kalk seitlich allmählig in den gemeinen Kalkstein über.

Nur die unter 2a. genannten Dolomite, welche durch Regenerirung aufgelöster Normaldolomite entstanden sind, zeigen keine Uebergänge in den unter ihnen lagernden Kalkstein. Dagegen ist wenigstens mir trotz eifriger Untersuchungen kein Fall bekannt, in welchem einerseits bei Dolomiten der zweiten Art kein solcher Uebergang nach unten oder den Seiten hin stattfände und andererseits Dolomit in seinen oberen Lagen in gemeinen Kalkstein wirklich überginge. Wo ich wenigstens Dolomite kennen gelernt habe, so in Thüringen und Franken, sind dieselben stets in ihren obersten Lagen rein dolomitisch, während sie nach unten zu in dolomitische und gemeine Kalksteine übergehen. Diese Erscheinung spricht dafür, dass die

dolomitisirenden Wasser nicht von unten, sondern von oben her auf den Kalkstein einwirkten.

3) Diese Dolomite haben sehr häufig nicht blos die Petrefacten, sondern auch die Kieselsäureconcretionen mit den unter ihnen lagernden Kalksteinen gemein. Dabei ist indessen wieder die Erscheinung bemerkenswerth, dass — wenigstens so weit bis jetzt meine eigenen Beobachtungen reichen — die Menge der Petrefacten sowohl wie die der Kieselsäureabscheidungen von oben nach unten zunimmt.

Auf diese nicht wegzuleugnenden Thatsachen gestützt kann man nun folgende Bildungsweisen der Dolomite von 2b. annehmen:

1) Lösungen von Normaldolomiten drangen von oben her in eine erstarrende und in Folge davon nach allen Richtungen hin netzförmig zerborstene Kalksteinablagerung ein und setzten ihren Dolomitgehalt in alle von ihnen durchdrungenen Risse und Spalten ab, während durch die hierbei frei werdende Kohlensäure wieder Theile der Kalksteinmasse aufgelöst und fortgeführt wurden, wodurch neue Räume entstanden, in welche sich abermals später hinzutretende Dolomitlösung absetzte. Bei dolomitischen Gesteinen, welche auf diese Weise entstanden sind, bildet der Dolomit das Gerippe oder Gerüste, in dessen Zwischenräumen kohlensaurer Kalk sitzt. Wird durch später eintretende Auflösung dieser letztere aus seinen Dolomitzellen ausgelaugt, so bleibt jenes Dolomitgerüste in der Weise zurück, wie man es an den, nach allen Richtungen hin zerklüfteten und zelligen, aus dolomitischen Kalksteinen entstandenen, Rauhkalken wahrnimmt.

1) Bemerkung: Ich besitze ein angeschliffenes Stück dolomitischen Kalksteines aus der Zechsteinformation Eisenachs, welches noch seine Kalkfüllung hat und die netzförmige Vertheilung des krystallinischen Dolomites in der dichten gelblichen, thonigen Kalkmasse sehr deutlich zeigt. Ebenso liegt mir aber auch ein anderes Exemplar vor, welches seine Kalkfüllung schon verloren hat und in Folge davon nur noch das aus dünnen, mit feinen Kalkspathrinden überzogenen, Wänden bestehende Dolomitgerüste zeigt. In beiden Exemplaren sind die Dolomitwände selbst oft kaum eine halbe Linie dick und so unter einander verbunden, dass sie ein ganz vollständiges Netzwerk bilden, dessen Entstehung sich nur auf die obige Weise erklären lässt. Uebrigens erinnern diese eigenthümlichen Dolomitgebilde nur allzu sehr an die Breccien, in denen krystallinischer Dolomit das Bindemittel von Geröllen verschiedener Art bildet.

2) Bemerkung: Diese Art von Dolomiten möchte, soweit meine Beobachtungen reichen, vorherrschend, in der näheren Umgebung theils von Normaldolomiten theils von krystallinischen Felsarten, welche bei ihrer Zersetzung Normaldolomite geben, vorkommen; am meisten also in der Grauwacke- und Zechsteinformation.

2) In Lösung befindliche kohlensaure Magnesia drang von oben her in noch ganz weiche und leicht zu durchdringende Kalkniederschläge ein

und verband sich mit dem kohlensauren Kalke der letzteren zu einem Doppelsalze von der Formel $3\,\dot{Ca}\ddot{C} + 2\,\dot{Mg}\ddot{C}$ wobei durch die freiwerdende Kohlensäure der noch übrig gebliebene kohlensaure Kalk ausgeschieden und ausgelaugt wurde.

Wahrscheinlich sind auf diese Weise die meisten Dolomite entstanden, wenigstens alle diejenigen, welche nach unten allmählig in gemeinen körnigen oder dichten Kalkstein übergehen. An kohlensaurer Magnesia fehlt es zu dieser Dolomitisirung nach meinen Untersuchungen nur in wenigen Quellen, welche aus den Kalkdioriten, Melaphyren, Diabasen, Glimmerschiefern und Basalten kommen.

Durchdrang eine solche Magnesiacarbonatlösung einen noch in der Entstehung begriffenen Niederschlag, welcher neben kohlensaurem Kalk auch kieselsauren enthielt, wie man dies im Muschelkalk, Keupermergel und Jurakalk oft bemerkt, so wurde durch die bei der Dolomitisirung freiwerdende Kohlensäure der kieselsaure Kalk zersetzt und die Kieselsäure ausgeschieden, welche nun bei ihrer Erstarrung theils die Quarzkrystalldrusen, theils die Hornstein- und Chalcedonknollen bildete, welche man so oft in den Dolomiten der der oben genannten jüngeren Formationen antrifft.

Vgl. hierzu: Bischof a. a. O. II. Bd. S. 1113 u. f. — und Nauck über „die Specksteinbildung im Dolomit von Göpfersgrün“ in Poggendorfs Annalen. Bd. LXXV. S. 129 ff.

Uebrigens steht der Annahme dieser Bildungsweise von Dolomiten neswegs das Ungeschichtetsein ihrer Massen im Wege, wie man meinen inte, da ja kein aus einer wirklich chemischen Lösung ergender Niederschlag Schichtung zeigt. Ferner ist auch die geregelte Zerklüftung der dolomitischen Massen für jene Annahmen kein nderniss, da diese Klüfte erst nach der Bildung dieser Massen — sei es rch Auslaugung des noch in ihnen vorhandenen überschüssigen Calcites es durch vulcanische Hebungen und Senkungen, sei es durch beide sachen zugleich, sei es endlich durch die weiter unten noch besonders wähnte Bildung und Auswaschung von Gyps in der dolomitischen Masse —, tstanden sind. Endlich kann auch der Mangel von Petrefacten oder die geätzte Schale der in dolomitischen Kalksteinen vorhandenen Conchylien in Hinderniss für die Annahme der oben genannten Bildungsweisen sein. nn, in krystallinischen Niederschlägen, welche aus wirklichen Lösungen tstehen, können überhaupt keine Petrefacten von Conchylien oder Korallen rkommen, weil einerseits die aus diesen Lösungen entstehenden Niederhläge den in ihre Masse gerathenden Organismen keinen Anhaftung bieten, lange sie schleimig weich sind, sondern diese letzteren durch ihre Masse rch bis zu den schon erhärteten unteren Ablagerungsmassen sinken

lassen, und andererseits durch die bei diesen Niederschlägen frei werdende Kohlensäure die aus kohlensaurem Kalk bestehende Schale der Conchylien und Korallen mehr oder weniger zerstört oder doch stark angeätzt wird. Kommen also trotzdem Organismenreste dieser Art in einer dolomitischen Masse vor, so werden sie wohl immer nur in den unteren, mit Kalkstein zunächst inBerührung stehenden, Lagen desselben und zwar dann nur als Steinmasse mit angeätzter Oberfläche vorkommen, aber auch nur dann, wenn der Dolomit aus der Einwirkung von gelöster kohlensaurer Magnesia auf mechanisch geschlämmten Kalkbrei entstanden ist. Denn die aus mechanisch zerriebenen und geschlämmten Kalk entstandenen erdig dichten Kalkablagerungen bilden allein geeignete Ablagerungsstätten für Organismenreste.

Anmerkung: Schliesslich möge hier nun noch erwähnt werden, dass auch die Gypsbildungen, welche mit Dolomiten in Verbindungen stehen, keinen Widerspruch bilden können, wie schon bei der Beschreibung des Einflusses der vitriolescirenden Eisenkiese auf die sie umschliessenden Gesteine und dann auch beim Mergel und dem Gypse selbst mitgetheilt worden ist. Die Erscheinung, dass so häufig die dolomitischen Mergel der Keuperformation Thüringens in ihren unteren Lagen in ockergelbe und braunrothe, von Gypsadern durchzogene, Thone (sogenannte Gypsmergel) übergehen, spricht eben so sehr dafür, wie die Thatsache, dass in den letztgenannten Gypsmergeln die Eisenkiese fehlen, während sie in den über ihnen lagernden Dolomitmergeln noch vorhanden sind.

§. 66d. Uebersicht der Dolomit-Associationen.

Fasst man alles das zusammen, was in dem Obigen über die Bildungsquellen des Dolomites angedeutet worden ist, so ergeben sich für denselben zweierlei Associationsreihen, nämlich eine Reihe, in welcher Dolomit im Verbande steht einerseits mit denjenigen Mineralien, aus deren Zersetzung er entsteht, und andererseits mit denjenigen Mineralien, welche mit ihm zugleich einerlei Mutterminerale haben, — in welcher er also hauptsächlich Kalkmagnesiasilicate und Magnesiasilicate zu Gesellschaftern hat, (Primäre-Associationen); und eine andere Reihe, in welcher er vorherrschend mit Carbonaten in Verband steht, in deren Gesellschaft er entweder durch Regeneration seiner aufgelösten Masse oder durch Mischung dieser Carbonate mit kohlensaurer Magnesia gelangt ist (Secundäre Associationen). Hiernach lassen sich nun die Associationen des Dolomites in folgender Weise zusammenstellen:

Der Dolomit steht in:

- primären Associationen mit seinen
  - **Muttermineralien** (Kalkmagnesiasilicaten)
    Augit. Asbest. Hornblende. (Grammatit). Diallag. Magnesiaglimmer. Turmalin. Granat. (Grossular). Vesuvian. Epidot.
  - **Abstammungsverwandten:**
    - wahren:
      - **kieselsäurehaltigen:** Talk. Delessit. Chlorit. Serpentin. Kaliglimmer. Axinit. Quarzarten.
      - **kieselsäurelosen:** Calcit. Siderit. Mangan- u. Zinkspath. Fluorit. Eisenglanz. Manganglanz.
    - ungewissen:
      - **Schwefelerze:** Arsenkies. Eisenkies. Kupferkies. Realgar u. a.
- secundären Associationen mit:
  krystallinischen und dichten Kalksteinen, Gyps, Mergel, Thon, Steinsalz, Sandstein u. s. w.

Bemerkung: Da schon die meisten der eben angegebenen Associationen früher bei der Beschreibung der Bildungsquellen nach ihren Fundorten bezeichnet worden sind, so bedürfen dieselben hier weiter keiner Belege. — Das Auftreten des Dolomites auf Erzgängen und Lagern in der Form von Bitter-, Braun- und Perlspath hat namentlich Breithaupt in seiner Paragenesis vielfach erörtert, so namentlich in seinen Eisenspathformationen S. 178 u. ff. Auch ist dieses Auftreten schon früher bei den Kalkspath-Associationen, mit denen die des Dolomites in Folge seiner Abstammung aus kalkhaltigen Magnesiasilicaten überhaupt viel Aehnliches haben, gedacht worden. — Bemerkenswerth erscheint indessen doch noch die grosse Seltenheit von Dolomit in den Blasenräumen der Mandelsteine und in der Gesellschaft von zeolithischen Mineralien.

§. 66e. Geologische Bedeutung des Dolomites.

Wenn gleich der Dolomit sich häufig in Glimmer-, Chlorit-, Talk- und Serpentingesteinen eingewachsen findet und auch zwischen den Massen dieser Gesteine sowohl, wie auch der Diallag-, Hypersthen- und Hornblende haltigen Felsarten grössere und kleinere Gänge, Lager und Stöcke bildet, so ist er doch wenigstens bis jetzt noch nicht als ein wesentlicher Gemengtheil von irgend einer gemengten krystallinischen Felsart bemerkt worden. Dass er dagegen für sich allein selbständige Felsmassen von oft gewaltiger Ausdehnung und Mächtigkeit in den verschiedensten Formationen der Erdrinde zusammensetzt, auch als Gemengtheil der dolomitischen Mergel auftritt, ja sogar auch das krystallinische Bindemittel mancher Breccien und Conglomerate bildet, das alles ist früher schon bei der Beschreibung der dolomitischen Bildungsquellen erwähnt worden.

Hier sei daher nur noch auf einige der interessantesten Fundorte des Dolomites aufmerksam gemacht:

1) Gut ausgebildete Dolomitkrystalle hat man bis jetzt namentlich gefunden:

a. von der Formel $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ zu Traversella (daselbst oft in schönen Zwillingen); Compostella in Spanien; Hall in Tyrol; Campolongo am St. Gotthardt; Freiberg; Tinz bei Gera; Kittelsthal bei Eisenach (im Gyps); Kapnik etc.

b. von der Formel $3\ \dot{Ca}\ddot{C} + 2\ \dot{Mg}\ddot{C}$ zu Hall in Tyrol; Kolosoruk bei Bilin in Böhmen; zu Sorrento.

2) Rein krystallinischkörnige Dolomite kommen vor:

a. von der Formel $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ auf der Insel Capri; Binnenthal in Wallis; an der Seiser Alp in Südtyrol; Osterode am Harz; Suhl am Thüriger Walde. Eisenhaltig sind dieselben zu Mieme in Toscana (Miemit); la Spezzia im Kirchenstaate; Ilfeld am Harz; Beyroda am Thüringer Wald; — zink- und manganhaltig zu Altenberg bei Aachen und Tarnowitz in Schlesien.

b. von der Formel $3\ \dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ am Altenstein und bei Glücksbrunn am Thüriger Wald.

3) Zellige, poröse und dichte Dolomite meistens von der Formel: $3\ \dot{Ca}\ddot{C} + 2\ \dot{Mg}\ddot{C}$ in der Zechsteinformation bei Eisenach; im Jura der fränkischen Schweiz und auch an der Seiser Alp in Südtyrol.

§. 67. **Siderit.** Haid.

[Synom: Eisenspath, Breithaupt; Spatheisenstein, Werner; Eisenkalk; Sphärosiderit, Hausm; kohlensaures Eisen, Leonh; — Fer oxidé carbonaté, Hauy; Sidérosé, Bedant; Spathose Iron, Phill; Spathic Iron, Dana; Fer carbonaté, Dufrenoy; — Trivialnamen: Knopprüssel, Stahleisenstein, Flinz].

§. 67a. 1) Körperformen: Hexagonale Gestalten, unter denen das stumpfe Rhomboëder von 107° mit oft sattel- oder linsenförmig gekrümmten Flächen bei weitem vorherrscht, während sechsseitige Säulen mit grader Erdfläche und andere Combinationen zu den Seltenheiten gehören. Die Krystalle in der Regel einzeln aufgewachsen oder zu Aggregaten verbunden, welche sich nach den Rhomboëderflächen hin spaltan lassen. — Ausserdem in massigen, körnigen bis dichten Aggregaten oder in Kugeln (Sphärosiderit), traubigen, nierenförmigen und stalaktitischen Gestalten. — Bisweilen auch Pseudomorphosen nach Calcit, Aragonit, Dolomit, Baryt, Flussspath, Bleiglanz und Pyrit.

2) Physikalische Eigenschaften. Die Krystalle vollkommen spaltbar nach den Rhomboëderflächen. Der Bruch muschelig, uneben und splitterig. — Die Cohärenz spröde. — Die Härte = 3,5—4,5. — Das

spec. Gew. = 3,7 — 3,9. — Im reinsten Zustande blassgelblich oder gelblichgrau bis honiggelb oder gelbbraun, durchscheinend und perlmutterig-glasglänzend, dabei im Ritze weiss ins Gelbliche; an der Luft aber durch Anziehung von Sauerstoff ockergelb, dunkelbraun bis schwarz, undurchsichtig und matt werdend.

3) Chemisches Verhalten. Vor dem Löthrohre erhitzt unter Entwickelung von Kohlensäure schwarz und magnetisch werdend, ohne zu schmelzen. Mit Phosphorsalz oder Borax ein öl- oder bläulichgrünes Glas gebend. — Im frischen Zustande als Pulver in Säuren unter Brausen zu einer grünlichen Flüssigkeit löslich, welche sich an der Luft allmählig ockergelb färbt. An der Luft unter Abgabe von Kohlensäure sich in Eisenoxydhydrat umwandelnd und dann mit Säuren ohne Aufbrausen eine gelbe Lösung gebend.

4) Chemische Zusammensetzung. In ganz reinem Zustande besteht der Siderit aus 38 Kohlensäure und 62 Eisenoxydul und entspricht dann der Formel $\dot{Fe}\ddot{C}$. Gewöhnlich werden indessen mehrere Procente Eisenoxydul durch Manganoxydul, Kalkerde und Magnesia vertreten, so dass man die bei weitem meisten Siderite mit Rammelsberg für isomorphe Mischungen von Eisenoxydul-, Magnesia- und Kalkcarbonat halten muss. — Ausserdem enthalten die Siderite auch oft noch mechanische Beimengungen von Eisenoxyd, Thon und Steinkohle.

Folgende aus (Rammelbergs Mineralchemie entlehnte) Belege werden alles dies bestätigen.

I. Thonfreie Siderite.

	Kohlensäure.	Eisenoxydul.	Manganoxydul	Magnesia.	Kalkerde.	Gangart.
1) von Burgbrohl am Laacher See nach G. Bischoff . . .	38,16	60,00	—	—	1,84	—
2) Erzberg bei Eisenerz n. Karsten . .	38,35	55,64	2,80	1,77	0,92	—
3) Junge Kesselgrube b. Siegen n. Karsten	38,90	50,72	7,64	1,48	0,40	0,48
4) Stahlberg b. Müsen n. Schnabel . . .	38,50	47,16	10,61	3,28	0,50	—
5) Kux im Siegenschen n. Schnabel . . .	38,57	48,07	10,40	2,21	0,36	0,33
6) Alte Birke b. Eisern im Siegenschen n. Schnabel	38,22	43,59	17,87	0,24	0,08	—
7) Ehrenfriedsberg in Sachsen n. Magnus	38,35	36,81	25,31	—	—	—
8) Schaller Erbstolln zu Pöhl im sächs. Voigtland (sogen. Sideroplesit nach Breith.) n. Fritsche	42,10	44,56	—	11,65	—	—

II. Thonige Siderite.

In Hausmanns Mineralogie II. Bd. S. 1365 sind eine grosse Zahl Analysen angegeben. Folgende sind Rammelsberg a. a. O. S. 925 entlehnt

	von der Haardt bei Bonn im Braunkohlenthon	von der Grube Gottessegen bei Siegburg über Trachytconglomerat. Peters.
Kohlensaures Eisenoxydul	76,11	74,37
Kohlensaures Manganoxydul	3,56	2,79
Kohlensaurer Kalk	2,48	2,93
Kohlensaure Magnesia	1,45	2,50
Eisenoxyd	2,77	6,29
Thonerde	8,88	2,87
Eisenbisulfuret	1,23	1,07
Kieselsäure	3,54	4,84
Wasser u. organ. Substzanz	—	1,94
	100,56	100

§. 67b. Abarten des Siderites.

Je nach der Form seiner Aggregation und der Art seiner Beimengungen unterscheidet man folgende Abarten des Siderites:

a. Von fremdartigen Beimengungen freie Siderite.

1) Eisenspath oder eigentlicher Siderit: Krystalle von blättrigem Gefüge, theils einzeln aufgewachsen, theils zu Drusen verbunden. (Von vorzüglicher Schönheit in den Gruben des Pfaffen- und Meiseberges bei Neudorf am Unterharz, auf der Grube Silberner Nagel bei Stollberg, bei Lobenstein etc.).

2) Spatheisenstein: krystallinisch körnige, auf dem frischen Bruche perlmutterig-glasglänzende, oder schuppige körnige wenig glänzende, oder dichte und matte derbe Massen.

3) Sphärosiderit: halbkugelige, traubige, nierenförmige Aggregate mit strahlig faserigen, convexen Absonderungsschalen; seltener strahligfaserige, zapfenförmige Stalaktiten; auch derbe, feinkörnige oder parallelfaserige Platten.

b. Durch fremdartige Beimengungen verunreinigte Siderite.

4) Thoniger Sphärosiderit: Gemenge von Siderit mit Thon oder Mergel, bisweilen auch mit Quarzsand, Eisenkies oder kohligen Substanzen von unreiner gelblich-, bräunlich- oder schwarzgrauer, bei ihrer Verwitterung ockergelber oder leder- bis rothbrauner Färbung, mit einem specifischen Gewicht = 2,8—3,5. In Salzsäure unter Aufbrausen und mit Hinterlassung eines thonigen Rückstandes löslich. Je nach ihrer Aggregationsform kann man unterscheiden:

a. Knolligen Thonsphärosiderit: Kugelige, ei- oder linsenförmige, 1 Zoll bis mehrere Fuss durchmessende, Nieren, welche entweder concentrisch schalig sind und einen krystallinischen Sideritkern einschliessen oder eine Höhlung enthalten, in welcher sich theils Drusen und Krystallgruppen von Quarz, Calcit, Dolomit, Eisen- und Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende, theils die versteinten Ueberreste von Thieren (Fischen, Sauriern, Bivalven) oder Pflanzen befinden.

b. Eisenoolith (Eisenrogenstein): Hirsen- bis erbsengrosse, bohnen- linsen- oder - kugelförmige Aggregate, welche entweder lose Zusammenhäufungen bilden oder auch durch ein eisenschüssiges, thoniges oder kalkiges Bindemittel mit einander zum Ganzen verbunden sind.

c. Gemeinen Thonsiderit: Derbe, theils kugelig-körnige, theils erdige Massen mit flachmuscheligem Bruche.

5) Kohleneisenstein (Blackband): Gemenge von Siderit mit 12—36 pCt. Steinkohle und Thon, mit einem specifischen Gewicht = 2,2—2,9; dickschieferigem Gefüge und schwarzer Farbe. (Im Kohlengebirge bei Bochum, aber auch in England und Schottland 1 bis 12 Fuss mächtige Lagen bildend).

§. 67c. **Verwitterung und Umwandlung des Siderites.**

Der Eisenspath ist unter allen Verhältnissen ein leicht umwandelbares ral, da er stets wenigstens einen Bestandtheil besitzt, welcher entweder Sauerstoff oder von der Kohlensäure angegriffen werden kann. Kommt aher mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so wird sein Eisenul durch den Sauerstoff in Eisenoxydhydrat umgewandelt und hierdurch Kohlensäure ausgetrieben, da diese letztere bekanntlich mit dem uioxyde des Eisens keine Verbindung eingehen kann, kommt er aber auerstofffreien Orten mit kohlensaurem Wasser in Berührung, so wird n doppelt kohlensaures Eisenoxydul umgewandelt, als solches dann elöst, ausgelaugt und erst da wieder als einfach kohlensaures Eisenul abgesetzt, wo sein Lösungswasser unter Abschluss von Sauerstoff ampfen kann. So ist es schon mit dem ganz reinen Siderit; enthält elbe nun noch ausser seinem Eisenoxydul auch Manganoxydul, so geht beschriebene Umwandlungsprocess noch rascher vor sich; und treten zu n beiden Bestandtheilen vollends noch Kalkerde und Magnesia, so wird r Process um vieles beschleunigt. Unter diesen Voraussetzungen wird ein mit viel alkalischen Erden und weniger Manganoxydul versehener spath, welcher mit feuchter, Sauerstoff führender, Luft in Berührung nt, nach und nach folgende Erscheinungen wahrnehmen lassen:

1) Das Eisenoxydul des Siderites zieht zunächst Sauerstoff an und wandelt sich hierdurch zuerst in Oxyduloxyd und dann in Eisenoxydhydrat um.
2) Die hierbei frei werdende Kohlensäure löst sich in der Feuchtigkeit der Luft auf und verbindet sich dann gleich mit den im oxydirten Siderit vorhandenen Carbonaten des Manganoxyduls, der Kalkerde und der Magnesia und wandelt diese hierdurch in lösliche doppelt kohlensaure Salze um.
3) Durch die bei der Oxydation des Eisenoxyduls frei werdende Kohlensäure ist aber die Masse des Siderites blättrig, locker und porös geworden. Durch diese Poren dringen nun die eben erst gebildeten doppeltkohlensauren Salze an die Oberfläche des in der Zersetzung begriffenen Siderites.
4) An dieser angekommen beginnt in luftigen Räumen augenblicklich die Verdampfung des kohlensauren Lösungswassers dieser Carbonate. Und nun entziehen die stärker basischen alkalischen Erden — Kalkerde und Magnesia — dem schwächeren Manganoxydul seine noch übrige Kohlensäure, um sich selbst in Lösung zu erhalten. Hierdurch wird das Manganoxydul gewöhnlich in der Form von Dendriten auf der Oberfläche des Eisenoxydhydrates niedergeschlagen und dann durch Anziehung von Sauerstoff nach einander in Manganoxyd und Mangansuperoxyd (Pyrolusit) umgewandelt.
5) Das nun noch in Lösung befindliche Carbonat der Kalkerde (und der Magnesia) setzt sich endlich auch nach Verdunstung seines Lösungswassers über dem Mangansuperoxyde auf dem umgewandelten Siderite je nach den Verhältnissen, wie sie früher bei der Bildungsgeschichte des Calcites und Aragonites (§. 65a.) oder des Dolomites (§. 66c.) schon angegeben worden ist, theils als Kalkspath, theils auch als Aragonit (Eisenblüthe) oder auch als Bitterspath ab.
6) Auf diese Weise haben sich also aus dem Mangan, Kalkerde und Magnesia haltigen Siderite nach und über einander Eisenoxydhydrat oder Brauneisenstein, Mangansuperoxyd oder Pyrolusit, Bitterspath (Dolomit) und Calcit oder Aragonit gebildet und abgesetzt.

Gewöhnlich wird indessen bei diesem Processe aus dem Innern des noch nicht oxydirten Siderites durch das kohlensaure Wasser auch etwas kohlensaures Eisenoxydul mit ausgelöst, welches sich dann bei der Ausscheidung der ausgelaugten Carbonate aus ihrem Lösungswasser theils mit dem Mangan, theils auch mit dem Kalkspath und Bitterspath verbindet und so Veranlassung zur Bildung von Braunspath, gelben Kalkspath etc. giebt. So ist im Allgemeinen der Zersetzungsprocess von Sideriten, welche neben Mangan viel Kalk- und Magnesiacarbonat enthalten. Besitzen indessen solche Siderite nur wenig Kalkcarbonat und gar keine Magnesia,

so bilden sich namentlich im Innern von Höhlungen des Eisenspathes, zu denen nur wenig kohlensaures Wasser gelangen kann, auf der Aussenfläche des sich höher oxydirenden Eisenspathes zunächst Rinden von Manganoxyd und über diesen jene merkwürdigen Kalkausblühungen, die unter dem Namen der Eisenblüthe schon beim Aragonit (§. 65 S. 389) näher beschrieben worden sind.

Etwas anders gestaltet sich die Umwandlung des Siderites an Orten, zu denen wohl kohlensaures Wasser, aber wenig oder kein Sauerstoff gelangen kann. Dies ist zum Beispiel der Fall im Innern mächtiger Lagermassen dieses Eisenerzes. Das von Aussen her in diese Massen eindringende Meteorwasser giebt seinen Sauerstoffgehalt schon an die oberen, von ihm zunächst durchzogenen, Sideritlagen ab und besitzt daher nur noch Kohlensäure, wenn es in die tiefer gelegenen Massen des Siderites gelangt. Mittelst dieser löst sich nun nicht blos das Mangan- und etwa vorhandene Kalkcarbonat, sondern auch das Eisencarbonat selbst auf. Gelangt es dann auf seinem weiteren Zuge zu Klüften und Höhlungen, welche gegen den Einfluss von Sauerstoff führender Luft geschützt sind, so setzt es in diesen allmählig seine in Lösung befindlichen Carbonate, also auch das Eisencarbonat, in der Gestalt von rinden-, nieren-, trauben- oder zackenförmigen Stalaktiten ab. Die auf diese Weise gebildeten Siederitstalaktiten haben in der Regel ihrer allmähligen Bildungsweise gemäss und ganz ähnlich den Aragonitstalaktiten ein excentrisch strahliges Gefüge. So lange ihre Bildungsstätte dem Luftzutritte verschlossen bleibt, behalten sie ihren Charakter als Eisenspath; wird aber dieselbe später durch irgend eine Ursache dem Zutritte der äusseren Luft geöffnet, dann wandeln sie sich allmählig in ein faseriges Braun- oder Rotheisenerz um. Da aber diese Umwandlung, wie überhaupt bei allen Sideriten, lagenweise von Aussen nach Innen stattfindet, so werden sie hierdurch concentrisch schalig abgesondert, und man trifft bisweilen auch solche, di. in ihrem Innern noch einen Kern von Eisenspath besitzen.

Soviel über die Umwandlungen, welche der Siderit durch den Sauerstoff und die Kohlensäure erleidet. Braun- und Rotheisenerzbildungen, sowie Manganerze, sind die Producte dieser Umwandlung, wie schon bei der Beschreibung der Bildungsweise des Brauneisenerzes (§. 54.) ausführlich gezeigt worden ist.

Es sei daher hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass ich wiederholt beobachtet habe, dass Eisenspathkrystalle im ersten Stadium ihrer Oxydation stets auf die Magnetnadel einwirken und dass demgemäss die oberste eisenschwarze Oxydationsrinde dieser Krystalle aus Eisenoxyd oder Eisenoxyduloxyd besteht. Auf welche Weise aber diese Bildung bei gewöhnlicher Temperatur vor sich geht, möchte eben so schwer zu ermitteln sein, wie die Umwandlung der Brauneisenerz-Stalaktiten in Rotheisenerz.

Bemerkung: Fresenius hat (nach d. Jahrb. des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau. Heft 6. S. 160) durch Analyse eines Sinters aus dem Kochbrunnen zu Wiesbaden nachgewiesen, dass das doppeltkohlensaure Manganoxydul erst dann sich höher oxydirt, wenn seine Kohlensäure entwichen ist. In diesem Verhalten des Mangancarbonates ist die Ursache zu suchen, dass nicht blos an der Oberfläche von sich zersetzenden Eisenspathe, sondern auch bei verwitternden Eisen- und Manganoxydul haltigen Silicaten — z. B. bei Hornblenden und Hypersthenen — das Manganoxyd stets eine Rinde über dem Eisenoxyde bildet.

Ausser Sauerstoff und Kohlensäure sollen nun auch noch alle Flüssigkeiten, welche Schwefelwasserstoff-Ammoniak enthalten, in der Weise auf den Siderit einwirken, dass sie ihn in Eisenkies umwandeln. Mir selbst ist hierüber noch kein Versuch geglückt. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, da bekanntlich Lösungen von Eisencarbonat, welche mit Düngerjauche oder sogenanntem Teichschlamm, welcher reich an Fäulnissstoffen ist, in Berührung kommen, in Eisensesquisulfuret umgewandelt werden. Ausserdem sind mir Fälle in der Zechsteinformation bei Eisenach vorgekommen, in welchen vitriolescirende Eisenkiese ihre sideritische Unterlage theilweise in Eisenvitriol umgewandelt hatten. Bedenkt man, dass bei der Oxydirung des Eisenkieses Schwefelsäure frei wird, so lässt sich dieser Fall schon leicht erklären.

§. 67d. Das Vorkommen, die Bildungsweise und Associationen des Siderites sind bei der Beschreibung des Brauneisenerzes (§. 54) und Limonites schon so ausführlich betrachtet worden, dass hier eine nur übersichtliche Betrachtung dieser Punkte schon genügen wird.

Der Siderit hat wie der Calcit einen sehr grossen Verbreitungsbezirk in der Erdrinde. Hier tritt er als ein scheinbar wesentlicher Gemengtheil mancher Kalkhornblendehaltigen Felsarten, z. B. mancher Melaphyre des Schwarzathales am Thüringer Walde, oder als Mandelausfüllung mancher Augitgesteine — z. B. der Basaltmandelsteine bei Hanau — auf; dort bildet er für sich allein Gänge, Stöcke und Lagermassen, welche gewöhnlich von Eisen- und Manganerzen verschiedener Art, namentlich aber von Brauneisenerz und Pyrolusit, umhüllt oder begleitet werden und bisweilen eine wahrhaft kolossale Mächtigkeit und Ausdehnung besitzen, oder in Gemeinschaft mit Quarz, Baryt-, Fluss-, Dolomit- und Calcitspath die Unterlage von Bleiglanz, Antimonglanz, Bournonit, Silberglanz, Gültigerz, Pyrit und Zinkblende oder von Schwefelkupfererzen verschiedener Art. Hier füllt er Lager- und Spaltenräume aus im Gebiete der krystallinischen Urschiefer (— Gneiss, Glimmer, Chlorit-, Hornblende- und Urthonschiefer —) und ihrer Eruptivgesteine (— Granit, Diorit, Hypersthenfels —); dort bildet er Zwischenlagen zwischen den Hauptgliedern älterer und jüngerer Formationen (— Grauwacke-, Steinkohlen-, Rothliegenden-, Zechsteinformation u. s. w.) oder selbst Ablagerungen auf dem Grunde von moorigen Seeenbecken. Dieses Auftreten des Siderites unter den verschiedenartigsten Ver-

tnissen und Localitäten deutet darauf hin, dass er sehr viele Bildungs-
llen haben muss. In der That ist es auch so, denn es ist nach dem
m Brauneisensteine (§. 54) schon Mitgetheilten bekannt, dass

1) alle Mineralien, welche Eisenoxydul enthalten, stets kohlensaures Eisenoxydul produciren, sobald sie unter Abschluss von Sauerstoff mit kohlensaurem Wasser in dauernde Berührung kommen. In diesen Mineralien, welche sich unter dem Einflusse des Sauerstoffes immer mit der für ihren Eisenoxydulgehalt so charakteristischen ockergelben Eisenoxydhydratrinde bedecken, gehören vor allen die Glimmer-, Hornblende- und Augitarten, der Hypersthen, Diallag, Turmalin, Granat, Chlorit, Serpentin, kurz die meisten Hauptgemengtheile der krystallinischen Felsarten. Da nun nach dem beim Calcite und Dolomite Mitgetheilten diese Mineralien neben ihrem Eisenoxydule auch Kalkerde oder Magnesia oder beide zugleich enthalten, so liefern sie bei ihrer Zersetzung durch kohlensaures Wasser neben Eisenspath auch Calcit, Dolomit, Grünerde und Quarzit, kurz lauter Mineralien, welche als treue Associirte des Siderites auf Gängen bekannt sind.

2) dass Eisenkiese und Kupferkiese durch Einfluss von Sauerstoff, schwefelsaures Eisenoxydul produciren, aus welchem dann kohlensaures Eisenoxydul werden kann, sobald mit ihm Lösungen von kohlensaurem Kalk in Berührung kommen.

Ausserdem ist auch bei der Bildungsgeschichte des Limonites (§. 54.
2.) schon mitgetheilt worden, dass selbst aus dem Eisenoxydhydrate,
lches den Schieferthonen, dem thonigen oder mergeligem Bindemittel der
ndsteine und Conglomerate oder selbst der thonigen und lehmigen Erd-
me des Bodens mechanisch beigemengt ist, kohlensaures Eisenoxydul
stehen kann, sobald unter Abschluss von atmosphärischer Luft, — wie
s unter anderem auf dem Grunde von Mooren und Landseeen und auch
Untergrunde thoniger Bodenarten der Fall ist —, faulige oder verkoh-
de Organismenreste mit jenen Eisenoxydhaltigen Erdrindenmassen in Be-
rung kommen. Denn wie an dem genannten Punkte gezeigt worden ist, ent-
hen die sauerstoffgierigen Kohlenwasserstofftheile dieser Substanzen dem von
en berührten Eisenoxydhydrate Sauerstoff, wodurch das letztere in Eisenoxydul,
selbst aber theilweise in eine Humussäure umgewandelt werden. Indem
h aber nun diese Säure mit dem eben erst gebildeten Eisenoxydul ver-
det, entsteht zuerst humus-(quellsatz-)saures und später durch weitere
ydation der Humussäure kohlensaures Eisenoxydul. Was aber jetzt
h geschieht, das ist unter sonst gleichen Bedingungen sicher auch schon
den früheren Zeiten der Erdrindenbildung geschehen. Wie also jetzt noch
dem schlammigen Grunde von Torfmooren aus dem Eisenoxydhydrate
Bodens durch den Einfluss verkohlender Pflanzenmassen Eisenspath ent-

steht, so ist derselbe auch jedenfalls durch dieselben Ursachen ehedem in dem vom Wasser durchtränktem nnd von fauligen Pflanzenresten ganz erfüllten Schlammboden der Stein- und Braunkohlenwälder entstanden. Hierdurch lässt sich das massige Auftreten der Sphärosiderites nicht blos in den verschiedenen Kohlenformationen, sondern auch zwischen den ganz von Bitumen durchzogenen Schiefer- und Sandsteinmassen der anderen Formationen erklären. Jedenfalls bleibt es immer bemerkenswerth, dass die Eisenspatheinlagerungen in den verschiedenen Formationen so viel Aehnliches in ihrem ganzen Auftreten mit den Limonitlagern auf dem Grunde von Torfmooren haben; denn jene Eisenspathablagerungen finden sich,

1) in den kohligen Schieferthonlagen, welche gegenwärtig zwar das Hangende der einzelnen Kohlenflötze bilden, ehemals aber bei ihrer Entwickelung der Grund und Boden waren, auf welchem die Kohlenflora wuchs, lebte und verkohlte.
2) in Knollen und kugelförmigen Aggregaten, welche kohlige Thier- und Pflanzenreste einschliessen, wie auch bei den Limoniten der Fall ist.

Nach dem eben Mitgetheilten giebt es demnach in der Erdrinde primäre und secundäre Quellen für die Bildung des Eisenspathes. Die primären werden gebildet durch die Eisenoxydul haltigen Gemengtheile der krystallinischen Felsarten; aus ihrer Zersetzung entsteht einerseits auf luftverschlossenen Klüften der krystallinische Siderit und andererseits auf ihrer der Luft preisgegebenen Oberfläche Eisenoxydhydrat mit Thon untermischt, ein Gemenge, welches der Regen abfluthet, um es entweder in Klüften und Thälern zu massigen eisenschüssigen Thonlagern anzuhäufen oder den Flüssen zu übergeben zum Transport in die stehenden Gewässer der Erdoberfläche, in deren Schoosse es zur Bildung von eisenschüssigen Schieferthonen, Mergelschiefern und Sandsteinen oder Conglomeraten verwendet wird. Alle diese letztgenannten Erdrindenmassen aber bilden nun die secundären Productionsquellen des Eisenspathes, denn aus ihrem Eisenoxydhydrate bildet — wie eben gezeigt worden ist — nun die Sauerstoff gierige Fäulnisssubstanz abgestorbener Organismen wieder Eisenspath, welcher aber, so lange er im Wasser noch aufgelöst ist, von dem Thonschlamme, dessen Gemengtheil er früher war, wieder aufgesogen wird und so mit ihm gemischt den thonigen Sphärosiderit bildet.

Versuch: Wenn man in einem Glase Thonschlamm mit einer Lösung von doppeltkohlensaurem Eisenoxydul übergiesst, so saugt jedes kleinste Theilchen Thon irgend ein Quantum des Eisensalzes in sich auf, so dass zuletzt der Schlamm aus einem ganz gleichmässigen und innigem Gemische besteht, in welchem jedes einzelne Theilchen Thon und Eisenspath zugleich enthält. Lässt man nun dieses Gemisch allmählig austrocknen, so erhält man eine Masse, welche in ihrer oberen, der Luft ausgesetzten, Lage ganz ockergelb ist und aus einem innigen Gemenge

von Eisenoxydhydrat und Thon besteht, in ihrer unteren, von der Luft abgeschlossenen Lage, aber einen wahren, mit Säuren aufbrausenden, thonigen Sphärosiderit darstellt. Dieser, einfach und leicht anzustellende, Versuch spricht offenbar dafür, dass wenigstens diejenigen thonigen Sphärosiderite, welche sich auf dem Grunde tiefer, mooriger, gegen das Eindringen der Luft geschützter, Gewässer, erzeugen, durch Lösungen von kohlensaurem Eisenoxydul entstehen. Ob aber auch durch Fliesswasser oder Quellen solche Eisenspathablagerungen gebildet werden können, ist sehr zweifelhaft, da diese Gewässer stets Sauerstoff enthalten, durch welchen augenblicklich das in ihnen gelöste kohlensaure Eisenoxydul zerstört und in Eisenoxydhydrat umgewandelt werden könnte.

Den oben kurz beschriebenen Bildungsquellen nach erscheinen nun auch ie Associationen des Siderites theils als primäre, wenn der Siderit entreder mit seinen Eisenoxydul haltigen Muttermineralien oder mit seinen us denselben Muttermineralien entstandenen Zersetzungsmineralien oder bstammungsgenossen verbunden erscheint, theils als secundäre, wenn r entweder mit den aus seiner eigenen Zersetzung entstandenen Mineralrten oder mit Mineralsubstanzen, aus deren Eisenoxyd er selbst erst enttanden, in Verbindung steht. Mit Beziehung auf alles dieses lassen sich lie Associationen des Siderites in folgende Uebersicht bringen:

Die Associationen des Siderites
sind

primäre mit seinen		secundäre mit	
Mutterminera- len, also mit allen Eisenoxydulhaltigen Mineralien, so namentlich mit: Augit, Diallag, Hypersthen, Hornblende, Granat, Turmalin, Glimmer, Chlorit, (Serpentin?)	Abstammgenossen, (namentlich auf Erzgängen und Erzlagern) mit: Quarz, Bitterspath, Calcit, Baryt, Fluorit, Grünerde, Eisenglanz, Wad, den obengenannten Blei-, Silber-, Kupfer-, Antimon-, Arzen- und Schwefeleisenerzen.	den aus ihm hervorgegangenen Zersetzungsmineralien, welche schon in der allgemeinen Beschreibung der Erze (§. 49) unter dem V. Associationskreise angegeben worden sind und zu denen namentlich die oxydischen Eisen- und Manganerze gehören.	den Eisenoxydhaltigen Erdrindenmassen, welche als seine secundären Erzeuger anzusehen sind, also mit: Thon, Mergel, eisenschüssigen Kalk und Sandsteinen u. s. w.

§. 67e. Interessante Vorkommnisse des Siderites.

1) Schön auskrystallisirter Siderit kommt namentlich auf Gängen vor. Auf den Gruben des Meise- und Pfaffenberges bei Neudorf unweit Harzgerode fand man ihn mit Quarz, Bleiglanz, Bournonit, Eisenkies, Kupferkies und Fahlerz in Verbindung. Bei Lobenstein im Voigtland zeigt er sich in Associationen mit Quarz, schwarzer und gelber Zinkblende, Kupfer- und Eisenkies und Kalkspath, aber auch mit Schwerspath, Brauneisenerz und Wad. — Auch auf der Grube Louise bei Stollberg zeigt er sich schön entwickelt in Verbindung mit Flussspath.

2) Kugelförmig ausgebildet zeigt sich der Siderit namentlich schön in Blasenräumen und Höhlungen des Basaltes und Dolerites zu Steinheim bei Hanau.

3) Massig entwickelt und gewöhnlich von seinen Zersetzungsprodukten umgeben tritt der Siderit auf am Erzberge bei Eisenerz in Steiermark; am Hüttenberg in Kärnthen; bei Müsen im Fürstenthum Siegen, namentlich am Stahlberg; am Iberg bei Grund und bei Elbingrode im Harze; am Thüringerwalde namentlich an dessen Südrande im Attenrode bei Bad Liebenstein, dann an der Mommel und am Stahlberge bei Brotterode u. s. w.

Mehreres hierüber vergl. (§. 54e.) bei dem Vorkommen des Brauneisensteines.

4) Der thonige Sphärosiderit zeigt sich in bedeutender Entwickelung in der Steinkohlenformation, so namentlich im Saarbrücker Kohlengebirge, wo zwischen den einzelnen Steinkohlenflötzen und Schieferthonlagen 25—50 Sphärosideritlager von 2 Zoll bis 8 Fuss Mächtigkeit auftreten; ferner bei Bochum in Westphalen, wo bis 2 Fuss mächtige Ablagerungen eines mit Kohle untermengten Eisenspathes (der sogenannte Kohleneisenstein Schnabels) auftreten; endlich in Derbyshire, wo ein 8 bis 10 Zoll starkes, ganz mit Muscheln erfülltes Sphärosideritlager sich befindet u. s. w.

Bemerkung: Den Apatit — einen Phosphatspath — siehe im Anhange zu diesem Werke, da er nicht zu den wesentlichen Gemengtheilen krystallinischer Felsarten gehört.

V. Fluoride.

Allgemeiner Charakter. Im Wasser unauflösliche Verbindungen des Fluors mit Metallen der alkalischen Erden und eigentlichen Erden, welche mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt flusssaure Dämpfe entwickeln, durch welche Glas und überhaupt alle Kieselsäure haltigen Mineralien angeäzt werden.

Obgleich in den Massen der Erdrinde weit verbreitet, spielen sie doch nur eine sehr untergeordnete Rolle in dem Baue der letzteren, indem sie weder als wesentliche Gemengtheile irgend einer zusammengesetzten Fels-

art auftreten, noch für sich allein irgend eine massig entwickelte Gebirgsart aufbauen. Am häufigsten und stärksten unter ihnen entwickelt tritt noch auf:

§. 68. Der Fluorit.

[Flussspath; Fluss, Werner; flusssaurer Kalk, von Leonh; Octaëdrisches Fluss-Haloid, Mohs; Chaux fluatée, Hauy; Fluor Spar, Phill. u. Dana; Fluorine, Bendant; Fluores, Agricola.]

§. 68a. 1. Körperbeschreibung: Tesserale Krystallformen, unter denen der Würfel und das Octaëder am meisten vorkommen, nächst ihnen aber auch noch theils durch Abstumpfungen der Würfelkanten Combinationen des Würfels mit dem Rhombendodekaëder, oder durch Abstumpfungen der Würfelecke Combinationen des Würfels mit dem Octaëder, theils auch durch Abstumpfungen der Octaëderkanten Combinationen des Octaëders mit dem Rhombendodekaëder häufig angetroffen werden; während sich die Combinationen des Würfels mit dem Tetrakishexaëder (welche auf den abgestumpften Würfelkanten eine Zuschärfung zeigen) oder mit dem Triakisoctaëder (welches auf den abgestumpften Würfelecken dreiseitige Pyramiden bildet), sowie die Formen des Ikositetraëders und Hexakisoctaëders verhältnissmässig nur selten zeigen. Die Krystalle sind oft bis 1 Fuss gross, in der Regel schön ausgebildet, in der Richtung der Octaëderflächen vollkommen spaltbar und entweder einzeln aufgewachsen oder zu Drusen und Gruppen mit einander verbunden. Bisweilen trifft man aber auch (z. B. zu Ehrenfriedersdorf) Octaëdergestalten, welche aus lauter Würfelchen zusammengesetzt sind oder Zwillinge (z. B. in Cumberland), welche aus zwei Würfeln bestehen, die sich gegenseitig so durchdringen, dass die Ecken des einen Würfels aus den Flächen des andern als dreikantige Pyramiden hervortreten. — Ausser in Krystallen kommen auch derbe Massen mit krystallinisch blättrigem, körnigen, stänglichen und dichten Gefüge, ja auch erdige Aggregate vor. — Endlich findet man auch Organismenreste, so Crinoidenstiele und Cicadeenstämme in spăthigen Fluorit versteinert.

Die Cohärenz ist spröde; der in Folge der octaëdrischen Spaltbarkeit nur selten deutlich hervortretende Bruch muschelig; die Härte = 4; das spec. Gewicht = 3,1—3,2 (nach Kenngott im Mittel = 3,183). Die Farbe äussert verschieden: selten farblos und wasserhell (z. B. im Buntsandsteine von Waldshut) oder roth (z. B. am St. Gotthardt und in den Montblanc-Alpen); am häufigsten gelb, grün und blau in den verschiedensten Nüancen; bisweilen auch mit zweierlei Farben zugleich, indem ein Krystall an der Oberfläche bei reflectirtem Lichte amethystblau, bei durchfallendem Lichte aber meergrün erscheint. Glasglänzend und durchsichtig bis undurchsichtig. — Beim Erhitzen, (z. B. auf einem glühenden Bleche) sei es als Pulver oder in Stücken, leuchtet er mehr oder minder stark mit schön bläulichem Lichte. Am stärksten tritt dieses für

den Flusspath so characteristische Phosphoresciren bei den grünen Abarten hervor, weshalb man diese auch Chlorophan oder Pyrosmaragd genannt hat. Bei zu starker Erhitzung verschwindet jedoch diese Eigenschaft; auch hat Kenngott beobachtet, dass namentlich die rothen Flusspathe hierbei ihre Farbe einbüssen und wasserhell werden. — Vor dem Löthrohre für sich allein erhitzt phosphorescirt er zuerst, dann schmilzt er an dünnen Spitzen und Kanten, aber nur sehr schwer, dagegen schmilzt er mit Gyps oder irgend einem anderen Sulfat erhitzt sehr leicht zu einer anfangs klaren, später aber unklaren Emaille. Pulverisirt und mit vorher geschmolzenem Phosphorsalze in einer Glasröhre geschmolzen entwickelt er Flusssäure, welche die Wände der Röhre anätzt und ein hineingehaltenes, befeuchtetes Fernambukpapier gelb färbt. — Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt wird er unter Entwickelung von Flusssäure in Gyps umgewandelt. — Durch Salz- und Salpetersäure wird er nur langsam und schwer zersetzt.

2) Chemischer Gehalt. Im reinen Zustande besteht der Fluorit aus 48,72 Fluor und 51,28 Calcium, welches der Formel CaFl entspricht. Jedoch hat Berzelius im Fluorit von Derbyshire 0,5 pCt. phosphorsauren Kalk, Kersten im grünen Fluorit von Freiberg Spuren von Chlor und Schafhäutl in dem sogenannten Stinkfluss von Wölserdorf in Baiern unterchlorigsauren Kalk, dessen Chlorgehalt sich schon beim Reiben des Minerals durch seinen hässlichen Geruch zu erkennen giebt, aufgefunden.

3) Abarten. Je nach seinem Gefüge und seinen Beimengungen unterscheidet man:

1) späthigen Fluorit in Krystallen und derben Massen mit deutlichen, gross- bis kleinkrystallinischem Gefüge.
2) dichten Fluorit (Fluss) mit dichtem Gefüge, flachmuscheligem Bruche, unreinen meist ins Graue ziehenden Farben und geringem oder gar keinem Glanze.
3) erdigen Fluss in losen erdigen bis staubigen Aggregaten von graulichblauer Färbung.
4) Stinkfluss, Fluorit im Gemenge mit Chlorkalk, beim Reiben nach unterchloriger Säure riechend; violblau bis schwarzgrau. Im Feuer Farbe und Geruch verlierend. Bei Welserdorf in der Oberpfalz im Granit auftretend.

§. 68b. Verwitterung und Umwandlung. Der Fluorit widersteht zwar dem Einflusse des Sauerstoffes, da sein Calcium schon mit einem sehr starken Umwandlungsstoffe, welcher sogar unter gewissen Verhältnissen als ein Stellvertreter des Sauerstoffes auftreten kann, verbunden ist, aber der Lösungskraft des mit Kohlensäure verbundenen, ja selbst des reinen, zumal warmen, Wassers vermag er für die Dauer keinen Widerstand zu leisten, wie vielfache Versuche und Erfahrungen bewiesen haben.

1) Am Flossberge bei Steinbach unweit Bad Liebensteiu am Thüringer Walde tritt aus einem halbzersetzten Gneisse ein — gegenwärtig zum grossen Theile abgebauter — etwa 20 Fuss mächtiger Fluoritgang hervor, welcher noch vor 35 Jahren als eine mächtige, steile Felsklippe aus der Oberfläche des Berges hervorragte. Im Innern dieses mächtigen Ganges befanden sich mehrere fusslange blasenförmige Höhlungen, welche sich nach oben verschmälerten und allmählig in feine Spalten übergingen, die bis zur Oberfläche des Berges reichten. Diese Höhlenblasen hatten ganz glatte, fein gerinnelte Wände und enthielten auf ihrem Grunde eine mehrere Zoll hohe Lage von violblauem, mit Humussubstanz untermengten, erdigen Stinkfluss, welcher sich beim Erhitzen unter Entwickelung von stark bituminösem Geruche weiss brannte. Sowohl diese Höhlungen mit ihren gerinnelten Wänden, wie auch der in ihnen enthaltene Stinkfluss sind offenbar durch Lösung des Fluorites in Wasser, welches von der Oberfläche des Berges aus mit Humussäure beladen in seine Spalten eindrang, entstanden; denn der Fluorit selbst enthält keine Spur von Bitumen.
2) Middleton fand (nach G. Bischoff a. u. O. I. Bd. S. 492) Flussspath im Absatze einer Wasserleitungsröhre einer Kohlengrube in einem blos für siedendes Wasser gebrauchten Kessel und einer hölzernen Wasserröhre aus einem Gebäude, ferner in einem Stalaktiten aus dem alten rothen Sandsteine (etwa 8 pCt. Fluorcalcium), endlich in fossilem Holze aus Aegypten.
3) Ich selbst besitze einen 4 Linien dicken Sinterabsatz aus einer hölzernen Trainirungsröhre, welche seit etwa 50 Jahren das Wasser einer aus dem Glimmerschiefer bei Ruhla hervortretenden Quelle geleitet hatte. Dieser Sinter besteht aus abwechselnden Lagen von Kieselsinter und Fluorit. Ueberhaupt habe ich beobachtet, dass das Quellwasser aus unseren Glimmerschiefer- und Gneissbergen sehr häufig Spuren von Fluorit, aber auch kieselsaures Kali enthält.
4) Im Keupersandsteine bei Krauthausen unweit Eisenach kommen versteinte Stammreste von Cicadeen vor, welche in ihren äusseren Lagen aus Barytspath, im Kerne aber zum Theil aus Fluorit bestehen. Auch habe ich in der prachtvollen Sammlung des Dr. Sack in Halle einen Enkrinitenstiel gesehen, welcher aus schön krystallinischem, hechtblauen Fluorit bestand.
5) Im Schmelze der Zähne, sowie in den Knochen aller Thiere, am meisten aber in denen der Grasfresser befindet sich Fluorcalcium. Dieses kann nun entweder durch das Trinkwasser oder durch die Pflanzenkost in den thierischen Körper gelangt sein. In beiden Fällen muss es aber vorher im Wasser gelöst gewesen sein. In der That hat Will das Fluor in Pflanzen und Wilson (nach Edinb. new philos.

Journal. 1846 April to Juli. pag. 205) nicht blos im Brunnen- und Meerwasser, sondern auch im Blut und in der Milch nachgewiesen. Und Bercelius hat nicht blos in dem Sprudelwasser, sondern auch in den Sprudelsteinen Carlsbads Fluorit gefunden.

6) Ebenso fand Wilson, dass ein Strom von Kohlensäuregas in Wasser, welches fein gepulverten Fluorit suspendirt enthielt, soviel von dem letzteren auflöste, dass oxalsaures Ammoniak einen Niederschlag erzeugte, und Schwefelsäure aus dem nach Abdampfung des Lösungswassers gebliebenen Rückstande Flusssäure entwickelte. Ja er fand auch, dass selbst reines — und namentlich warmes — Wasser den Fluorit aufzulösen vermochte.

7) W. Phillips fand in Flusspathkrystallen von den Weardale-Gruben in Durham Wassertropfen. Und zu Burton in Derbyshire enthält der Flussspath eine Beimengung von 40—50 pCt. Thon (Hauy's Chaux fluatée aluminisere [Traité I. 54].

Alle diese Erfahrungen zeugen für die Auflösbarkeit des Fluorites sowohl in reinem, wie in kohlensaurem Wasser. Kommen aber Lösungen von kohlensauren Alkalien, namentlich von Kali oder Natron, mit ihm in innige Berührung, so wird er unter Bildung von Kalium- oder Natriumfluorür in kohlensauren Kalk umgewandelt. Da, wo Fluoritgänge den Gneis oder Glimmerschiefer durchsetzen und aus der Verwitterung sowohl des Flussspathes wie des Glimmers der letztgenannten Felsarten unaufhörlich nicht allein kohlensaures Alkali und kohlensaures Eisenoxydul, sondern auch lösliche Kieselsäure entwickelt wird, kommt diese Umwandlung des Fluorites oft vor: da kann es denn aber auch geschehen, dass sich die frisch entstandenen Alkalifluorüre — z. B. das Fluornatrium — mit der durch die Verwitterung freigewordenen kieselsauren Thonerde verbinden und hierdurch Veranlassung geben zur Bildung von Topas und Piknit. Wenigstens liessen sich durch alle diese Vorgänge die so häufig vorkommenden Associationen des Fluorites einerseits mit Calcit, Siderit, Brauneisenerz und Quarz und andererseits mit Quarz, Feldspath, Glimmer, Topas, Piknit und Turmalin erklären.

§. 68c. Vorkommen, Bildungsquellen und Associationen des Fluorites. Wenn man auch den Fluorit schon in Erdrindemassen der verschiedensten Art und des verschiedensten Alters — so im Sprudelsteine von Karlsbad, im Grobkalke der Braunkohlenformation, in Cicadeenresten des Lias- und Keupersandsteins von Eisenach, in Enkrinitenstielen des Muschelkalkes von Thüringen, im Bundsandsteine des Solinger Waldes, im Gypse der Zechsteinformation von Kittelsthal u. s. w. — gefunden hat, so scheint doch seine Haupttheimath im Gebiete der Glimmer, Turmalin oder Hornblende haltigen Gesteine der Uebergangs- und Urschieferformationen zu liegen. Denn, wenn er auch grade nicht als ein wesentlicher

Gemengtheil irgend einer hierher gehörigen krystallinischen Felsart auftritt, ja auch nicht einmal unmittelbar in dem Gemenge einer derselben als sogenannter zufälliger Gemengtheil vorkommt, so bildet er doch eins der gewöhnlichsten Ausfüllungsmineralien nicht allein von Blasen- und Drusenräumen, sondern auch von Verwitterungs- und Gangspalten, namentlich in den Massen des Gneises, Glimmer- und Thonschiefers, des Granites, Diorites, Felsitporphyrs und Melaphyrmandelsteines. Das Charakteristische bei diesem seinen Auftreten ist,

a. dass er sich bei weitem vorherrschend in der Nähe des Lithion- und Magnesiaglimmers, der Hornblende und des Turmalins zeigt;
b. dass alsdann in seiner nächsten Umgebung die eben genannten Mineralien in der Regel fluorfrei sind, während sie da, wo kein Fluorit auftritt, 1—4 pCt. Fluor enthalten; oder
c. dass der Glimmer in fluorfreie Mineralien, wie Pinit und Cordierit, Chlorit, Talk und Speckstein umgewandelt erscheint;
d. dass sich in seiner Association gewöhnlich theils anerkannte Zersetzungsproducte des Glimmers und der Hornblende, wie Quarz, Siderit, Calcit, Grünerde, Eisenglanz, Rutil und Eisenkies, theils muthmassliche Umwandlungsmineralien dieser Mineralien, wie vor allen Schwerspath, dann aber auch Topas, Zinnerz und ausserdem verschiedene Blei-, Kupfer- und Silbererze befinden.

Aus allen diesen möchte doch wohl zu folgern sein, dass der **Fluorit ein Zersetzungsproduct der Hornblende und des Turmalins, vor allen aber des Glimmers**, vielleicht auch des Topases ist. Recht augenfällig tritt diese Erzeugung des Fluorites aus dem Glimmer an einem Gneisse des Eberberges bei Farnrode unweit Eisenach hervor.

Dieses Gestein, welches aus Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer besteht, geht in seinen oberen, stark zerklüfteten Lagen in ein Gestein über, welches unmittelbar über dem Gneisse deutliche Umwandlungen des Glimmers in Eisenglanz zeigt und weiter nach oben nur noch aus halbzersetztem Oligoklas und Quarz besteht und auf seinen zahlreichen Spalten Ueberzüge von Eisenoxyd, Steinmark und krystallinischen Fluorit besitzt. Auf welche Weise er aber sich aus dem Fluorgehalte dieser Mineralien entwickelt, ob er schon fix und fertig als Fluorcalcium aus der Masse derselben hervorgegangen oder erst vielleicht als Kieselfluor oder als Fluorkalium oder Fluorlithium aufgetreten und dann durch Einwirkung von Kalkcarbonatlösungen in Fluorit umgewandelt worden ist, das möchte schwer zu entscheiden sein. Das so häufige Verbundensein einerseits mit Quarz und andererseits mit Calcit, nach welchem er ja auch im Teufelsgrunde des Schwarzwaldes Verdrängungs-Pseudomorphosen bildet, möchte vielleicht für seine Entstehung aus der Einwirkung von Kalklösungen auf Kieselfluor sprechen.

Hält man nun alle die bis jetzt mitgetheilten Erfahrungen und Erscheinungen fest, so lassen sich für den Fluorit folgende Associationsreihen aufstellen.

Der Fluorit
erscheint in Associationen mit

fluorhaltigen Mineralien.	fluorlosen Mineralien.		
	auf primären Lagerstätten mit seinen		auf secundären Lagerstätten, als Versteinerungsmittel mit Kalkspath; im Gemenge mit Calcit, Aragonit und Eisenoxyd; im Gemenge mit Thon; als Umhüllungsmittel von Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Rutil, Bergkrystall etc.; im Gemenge mit Schwerspath, Braun- und Rotheisenerz.
Magnesiaglimmer, Lithionglimmer, Hornblende, Turmalin, Topas.	in Umwandlung begriffenen Mutter-Mineralien: Kaliglimmer, Pinit, Cordierit, Eisenturmalin, Kalkfreier Hornblende.	Zersetzungsverwandten: Chlorit, Talk, Serpentin, Grünerde, Granat, Idokras, Sodalith, Quarz, Siderit, Calcit, Eisenglanz und Magneteisenerz, Zinnerz, Blei-, Kupfer-, Silber-, Schwefelerze, Kaolin.	

Zusätze und Erläuterungen.

1) Soweit meine Untersuchungen reichen, erscheint der Lithionglimmer und Turmalin als die Hauptbildungsquelle des Fluorites. In dem von mir schon wiederholt genannten Glimmerdioritbruche bei Ruhla erschien früher auf den Verwitterungsspalten des Diorites schön grasgrüner Flussspath in Verwachsung mit silberweissen und kirschrothen Glimmerblättchen und eisenglänzenden Rudilnädelchen. Bei genauer Untersuchung der ganzen näheren und entfernteren Umgebung dieser zwar kleinen, aber schönen Mineralgruppen ergab es sich, dass pfirsichblüthrothe Lithionglimmerlamellen stets die Unterlagen derselben bildeten. Ich analysirte deshalb sowohl den Lithionglimmer wie den Kaliglimmer und fand, dass der erstere durchweg 3—4 pCt. Fluor und ausserdem Spuren von Titansäure (?) enthielt, während die mit dem Flussspath verbundenen Kaliglimmerschüppchen ganz frei sowohl von Fluor, wie von Titansäure waren. Sollte daraus nicht folgen, dass sowohl der Fluorit, wie die mit ihm verwachsenen Glimmerschüppchen und Rutilnädelchen aus der Zersetzung des Lithionglimmers entstanden sind? Wo das Lithion dieses Glimmers dabei hingekommen, das kann ich freilich nicht angeben. — Ferner: Am Pommershaupte bei Brotterode an der Südseite des Thüringer Waldes

lagert ein äusserst grosskörniger Granit mit 3 Zoll langen und 6—10''' dicken Turmalinbündeln. In der Regel erscheinen diese Bündel frisch und fest. Hie und da aber zeigen sie sich auch äusserlich mit einer Manganoxydhaut überzogen und dabei von lauter, in der Richtung der sie zusammensetzenden Turmalinstangen, klaffenden Spalten durchzogen. Auf vielen dieser Spalten zeigen sich zunächst an den mürben Turmalinstangen zarte silberweisse Kaliglimmerhäutchen, und dann über diesen blassgrüne Krystallrinden von Fluorit. — Ueberhaupt zeigt sich dieses granitische Gestein in einem eigenthümlichen Zersetzungszustande. Auf den zahlreichen Klüften, von denen es durchsetzt wird, findet man häufig den Orthoklas in weissen, von kleinen Kaliglimmerlamellen und grünlichen Fluoritoctaëdern untermengten Kaolin umgewandelt. Ausserdem finden sich auch in seinen scheinbar noch frischen Massen da, wo kein Turmalin auftritt, grosse krystallinische Glimmerblätter und dann gewöhnlich noch in deren Nähe auf Drusenräumen Krystalle von Fluorit. — Nach meinem Dafürhalten deuten alle diese Erscheinungen darauf hin, dass sowohl der Kaliglimmer, wie auch der Fluorit Zersetzungsproducte des Turmalins sind; zumal da der letztere im frischen Zustande Fluor enthält, aber im zersetzten nicht. — Ferner: Im Drusethale zwischen Herges und Brotterode tritt in einem Hornblende- und Magnesiaglimmer führenden Granite (sogenanntem Syenitgranite) ein massiger Gang von Baryt auf; in dessen unteren Theilen Sideritrhomboëder und grosse Fluoritkrystalle eingebettet liegen. Zu beiden Seiten dieses Ganges erscheint der Granit eben nicht stark angewittert, aber auf der Höhe des aus ihm bestehenden Berges besteht er nur noch aus einem Gemenge von Kaolin und Quarz, in welchen sich statt des Glimmers und der Hornblende nur noch Eisenoxydputzen befinden. — Endlich: Ich habe aus der Umgegend von Ilmenau (ob vom Ehrenberg?) ein Hornblendegestein, welches in der einen Hälfte aus frischer, fluorhaltiger Hornblende, in der andern aber aus einem Gemenge von einer graugrünen, fluorfreien chloritähnlichen Masse, violblauem Fluorit und bis einen Zoll grossen Mangangranaten besteht.

2) Breithaupt führt in seiner Paragenesis (S. 141 ff.) eine Reihe von Gang-Associationen des Fluorites auf, welche die nahe Beziehung des Fluorites einerseits zu glimmerhaltigen Gesteinen, namentlich zu Gneiss, Granit, Greisen, Glimmer- und Thonschiefer, und andererseits zu Chlorit, Topas, Piknit, Zinnerz, Scheelspath, Wolframit und Arsenkies darthun:

a. Auf den Gängen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen im Glimmerschiefer erscheinen auf diese Weise folgende Fluorit-Associationen:

1) Quarz, Zinnerz, Topas, Apatit, Flussspath.
2) Quarz, Arsenkies, Ferrowolframit, Apatit, Flussspath, Quarz.
3) Ferrowolframit, Kupferkies, Scheelspath in Verwachsung mit Flussspath.
4) Quarz, Apatit, Flussspath, Steinmark, gediegen Silber als Anflug.

b. Im Granite von Schlaggenwalde in Böhmen erscheinen Ferrowolframit und Scheelspath in Verwachsung mit Flussspath.
c. Im Porphyr von Altenberg in Sachsen zeigen sich Quarz, Eisenglanz, Flussspath und Eisenspath in auf einander folgender Association.
d. Im Greisen von Zinnwald in Böhmen stehen in Verbindung Quarz, Glimmer, Zinnerz und Flussspath.
e. Im Thonschiefer (Killas, voller Glimmer) von Cornwall in England treten auf Quarz, Zinnerz, Chlorit und Flussspath.

3) Der treueste und merkwürdigste Gefährte des Fluorites aber ist der Schwerspath. An dem Süd- und Nordabhange des nordwestlichen Thüringer Waldes treten zahlreiche Schwerspathgänge, namentlich im Gebiete des Gneiss-Granites und des Zechsteins auf. Die im Gebiete der Gneissformation auftretenden sind stets mit vielem Fluorit gemengt, so im Drusethale, wo bis 3 Zoll grosse Fluoridoctaëder und Würfel mit dem Schwerspathe verwachsen erscheinen. Die in der Zechsteinformation auftretenden Barytgänge dagegen sind entweder ganz frei von Fluorit oder enthalten denselben nur sporadisch in kleinen krystallinischen Putzen. Nur da, wo diese Formation in der allernächsten Umgebung des Gneisses und Glimmerschiefers auftritt, vermehrt sich die Menge des letzteren in der Masse des Schwerspathes. So ist es unter anderem auch der Fall an den schon oben erwähnten Ebersbergen bei Farnroda. Ja es kommt alsdann auch vor, dass der Schwerspath fast ganz verschwindet und der Flussspath die Hauptmasse der Gänge bildet. In dieser Weise setzte er am Flossberge bei Steinbach unweit des Bades Liebenstein in einer Spalte des unmittelbar dem Gneisse anlagernden Zechsteins einen wahrhaft massigen Felsstock zusammen, welcher nur noch an seinen Seitenrändern eine fast verschwindende Lage von Schwerspath besitzt.

§. 68d. Bemerkenswerthe Fundorte des Fluorites.

1) Ausgezeichnete Krystalle. Im Teufelsgrunde des Münsterthales am Belchen kommen Würfel von 1 Fuss Durchmesser vor. Auch in der Grube Louise bei Stollberge am Harze und bei Freiberg in Sachsen hat man Würfel von 3—6 Zoll Durchmeser. — Ausgebildete Oktaëder hat man von grüner Farbe zu Andreasberg am Harze, von rosenrother Farbe

in den Alpen vom St. Gotthard an bis zum Montblanc gefunden. — Grosse Octaëder hat man nach Hauy bei Chalucey im Depart. der Saône und nach Werner bei Marienberg; Tetrakishexaëeder bei Kongsberg beobachtet. — Bei Ehrenfriedersdorf kommen kleine blaue, treppenförmig gestufte Octaëder vor, welche aus lauter Würfelchen so zusammengesetzt sind, dass stets ein grösserer Wüfel sich an den Ecken des Octaëders befindet. — In Cumberland findet man Zwillingswürfel von grosser Schönheit. — Octaëder mit bauchig abgerundeten Flächen und zickzackig auf- und absteigenden Mittelkanten zeigen sich bei Zschoppau in Sachsen.

2) Fluoritgänge von grosser Mächtigkeit finden sich: am Unterharze bei Stollberg, wo ein solcher Gang eine Mächtigkeit von 14 Lachtern besitzt, und am Thüringer Wald bei Steinbach, wo der schon oben erwähnte, einem Felsstock an Mächtigkeit gleichende, Fluoritgang des Flossberges auftritt; auch in Derbyshire, Devon, Cumberland, wo er in den schönsten Varietäten auftritt und gewöhnlich die Bleiglanzgänge zusammen setzt; in Cornwall, wo er mit dem Zinnerze im Verbande steht u. s. w.

VI. Siliciolithe.
(Kieselsteine.)

Allgemeiner Charakter. Mineralien, welche entweder ganz aus erstarrter Kieselsäure oder aus Verbindungen dieser Säure mit Basen verschiedener Art bestehen. Sie sind alle im reinen Wasser, ja viele auch in Säuren ganz unlöslich; Flusssäure aber ätzt sie an und bildet mit ihrer Säure Kieselfluor und Kieselfluorwasserstoffsäure. Mit Phosphorsalz vor dem Löthrohre verhitzt verändern sie sich entweder gar nicht (so die aus reiner Kieselsäure bestehenden) oder sie schmelzen zum Theil, so dass ein ungeschmolzener Theil von der Gestalt der angewandten Probe (als sogenanntes Kieselscelett) in der geschmolzenen Masse umherschwimmt (so alle kieselsauren Salze).

Je nach ihrer weiteren Zusammensetzung zerfallen sie in zwei Ordnungen:

A. Siliciumoxyd oder Kiesel: Im reinen Zustande nur aus erstarrter Kieselsäure bestehend; sehr häufig aber verunreinigt durch Eisen- oder Manganoxyd. Vor dem Löthrohre für sich unschmelzbar, mit Borax nur schwer, mit Soda aber unter Aufbrausen ein klares Glas gebend. Flusssäure löst sie ganz auf und bildet mit ihnen Kiesel-Fluorwasserstoffsäure.

B. Silicate oder kieselsaure Salze: Verbindungen der Kieselsäure mit Basen verschiedener Art, namentlich aber mit Alkalien, alkali-

schen Erden, eigentlichen Erden (vorzüglich mit Thonerde) und Eisen- und Manganoxyden. Vor dem Löthrohre für sich nur theilweise oder auch gar nicht schmelzend; mit Phosphorsalz ein Kieselscelett hinterlassend.

A. Siliciumoxyd.

Allgemeiner Charakter: Die Kieselsäure [SiO^2 (oder SiO^3)] tritt in der Natur in zwei Modifikationen auf. Die eine bildet krystallinische Mineralien, welche in Wasser, in Säuren, — mit Ausnahme der Flusssäure — und in den Lösungen von Alkalien unlöslich sind; die andere dagegen bildet amorphe Mineralien, welche in kochendem Wasser, am meisten in Wasserdämpfen, aber auch in kohlensaurem Wasser und in den Lösungen von Alkalien, ja selbst, wenn auch langsam, von kohlensauren Alkalien sich lösen. Hiernach hat man also zwei Arten des Siliciumoxydes zu unterscheiden:

1) Quarze, welche in kochender Aetzkalilauge fast unlöslich sind, beim Erhitzen im Kölbchen kein Wasser ausschwitzen; ein spec. Gewicht = 2,5 bis 2,8 und eine Härte = 7 besitzen.
2) Opale, welche in Aetzkalilauge ganz oder zum grossen Theil löslich sind, beim Erhitzen im Kölbchen Wasser ausschwitzen; ein spec. Gewicht = 1,9 bis 2,3 und eine Härte = 5,5 bis 6,5 haben.

§. 69. Quarz.

[Wahrscheinlich vom altdeutschen „Gewarz", welches Auswüchse bedeutet. — Die übrigen Benennungen siehe bei den Abarten.)

§ 69a. Allgemeiner Charakter: Krystallinische, wasserlose, in Aetzkali unlösliche, Kieselsäure.

1. Körperformen: Hexagonale Gestalten, an denen aber stets entweder die hexagonale Doppelpyramide oder das hexagonale, an beiden Enden durch eine hexagonale Pyramide zugespitzte, Prisma hervortritt. Indessen erscheinen an diesen Pyramiden und ihren Combinationen mit Prismen fast nie die Flächen von gleicher Grösse, oft auch nicht von gleicher Form, ja häufig sehr verzerrt, — Thatsachen, welche andeuten, dass die eben erwähnten hexagonalen Gestalten, auch wenn sie einfachen Formen noch so ähnlich sehen, nicht zu den holoëdrischen gehören, sondern, wie G. Rose schon 1844 in einer Abhandlung über das Krystallsystem des Quarzes sehr klar nachgewiesen hat, theils als Zwillinge, theils als Vierlinge, welche theils durch gegenseitige Durchdringung, theils durch Aneinanderwachsung von Krystallen entstanden sind, betrachtet werden müssen. Die gewöhnlichsten unter diesen Combinationen sind:

1) Die Grundpyramide (P) oder die beiden complementären Rhomboëder [+ R und — R (P und z)] im Gleichgewicht ausgebildet.

2) Das Prisma mit der Pyramide oder mit den beiden complementären Rhomboëdern als Zuspitzung des Prismas.
3) Das Prisma mit der Pyramide und an abwechselnd drei Prismenecken mit den rhomboïdalen Abstumpfungsecken der trigonalen Pyramide.

Zu den interessantesten dieser, aus gegenseitiger Durchdringung ent-
ındenen, Combinationen gehören die sogenannten Dauphiné'er Zwil-
ıge, Combinationen von hexagonalen Prismen und Pyramiden, deren
ächen abwechselnd glänzend oder matt sind und darauf hindeuten, dass
ı Krystall mit matten Flächen einen anderen mit glänzenden Flächen
ırchdrungen hat.

Die Flächen der Prismen erscheinen in der Regel horizontal gestreift;
e der Pyramiden aber glatt und zwar oft so, dass die von dem + Rhom-
›ëder glänzender erscheinen als die von dem — Rhomboëder.

Die Krystalle treten entweder einzelnen ein- oder aufgewachsen auf
ler sind zu Gruppen und Drusen, oft auch zu stengeligen oder faserigen
ggregaten verbunden, welche an ihrer Oberfläche noch die pyramidalen
pitzen der miteinander verbundenen Individuen bemerken lassen.

Ausser in Krystallen und krystallinischen Aggregaten tritt der Quarz
ıch sehr häufig in derben Massen mit körnigem bis dichtem Gefüge auf
nd bildet Lager und Stöcke in der Erdrinde.

Ferner aber bemerkt man ihn in Pseudomorphosen nach vielen andern,
›hr verschiedenartigen, Mineralien, so nach Eisenspath in hohlen, drusigen,
ıf Quarz aufgewachsenen, stumpfen Rhomboëdern (auf den Erzgängen bei
innwald in Böhmen); nach Kalkspath (bei Freiberg und Schneeberg in
achsen) und Bitterspath (bei Schneeberg und von der Grube Teufelsgrund
n Münsterthale); nach Bleispath (auf den Zinnerzgängen bei Zinnwald);
ach Gypsspath (in einem Süsswassermergel von Passy unweit Paris); nach
nhydrit (bei Freiburg); nach Apatit (bei Schlaggenwalde in Böhmen);
ach Schwerspath (auf den Erzgängen von Freiberg und von Przibram in
öhmen nach Zippe); nach Flussspath (in Octaëdern bei Schleusingen nach
auck in der geolog. Zeitschrift II. 171) und in Würfeln (bei Freiberg);
ach Bleiglanz in hohlen Würfeln (von der Grube Haus-Baden bei Baden-
eiler und der Grube Herzenssegen im Schlapbachthale auf dem Schwarz-
alde); nach Eisenglanz, Pyrit, Wolfram, Scheelit, Stilbit u. m. a.

Endlich bildet der Quarz auch noch das Versteinerungsmittel von Or-
anismenresten verschiedener Art, so von Holz, Ammoniten, Belemniten,
chiniten u. s. w.

2) Physikalische Eigenschaften: Die Krystalle des Quarzes sind
ur sehr undeutlich nach den rhomboëdrischen Flächen spaltbar. Seine
ohärenz ist spröde, sein Bruch muschelig bis uneben und splittrig; seine
Härte = 7; sein spec. Gewicht = 2,5—2,8. — Die Farben erscheinen
usserst verschieden: farblos und oft wasserhell, weiss in allen möglichen

Nüancen, grau, schwarz, braun, roth, violett, gelb, grün und blau; auf den Krystallflächen glasig, auf den Bruchflächen aber ölig glänzend. Auch die Durchsichtigkeit ist sehr verschieden; die vollkommen durchsichtigen Krystalle zeigen doppelte Strahlenbrechung, sehr dünne Lamellen derselben zeigen im polarisirten Lichte ein schwarzes Kreuz, dickere Platten dagegen lassen einen von farbigen Ringen umschlossenen Kreis wahrnehmen und besitzen demnach Circularpolarisation. Am Stahle funkt der Quarz unter Entwickelung eines brenzlichen Geruches.

Reibt man zwei Stücken Quarz im Dunkeln aneinander, so zeigen sie ebenfalls unter Entwickelung eines brenzlichen Geruches ein blitzendes Leuchten (phosphoresciren). Dieses letzte Merkmal ist gut, um den Quarz in undeutlichen Mineralgemengen aufzufinden.

3) Chemische Eigenschaften siehe oben bei den Eigenschaften des Siliciumoxydes.

4) Chemischer Bestand: Im reinsten Zustande besteht der Quarz aus 48,05 Silicium und 51,95 Sauerstoff, also aus 1 Atom Si und 2 Atom O oder SiO^2. In der Regel aber erscheint seine Masse verunreinigt durch kleinere Beimengungen von Eisenoxyd, Eisensäure, Titanoxyd, Nickeloxyd, Thonerde, Magnesia, Kalkerde, Wasser, organische (bituminöse) Stoffe etc. Durch diese Stoffe, namentlich aber durch die letztgenannten bituminösen Substanzen und die Oxyde des Eisens, werden auch meistens seine verschiedenen Farben erzeugt.

§. 69 b. Abarten des Quarzes.

Theils durch seine Körperformen, theils durch seine mannigfaltigen Beimengungen werden eine grosse Menge von zum Theil schön gefärbten und zu Schmucksachen verwendbaren Abarten des Quarzes erzeugt. Die wichtigeren derselben sind folgende:

I. Krystallinische oder krystallisirte wasserlose Abarten mit muscheligem, glasig fettglänzendem Bruche:

a. durchsichtige:

1) Bergkrystall: farblos, wasserhell, in deutlich ausgebildeten, oft sehr grossen Krystallen, welche meist zu Gruppen verbunden erscheinen und durch Rollen und Schieben in Gewässern allmählig ihrer Ecken und Kanten so beraubt werden, dass sie kugel- oder linsenförmige Gestalten erhalten (— die sogenannten Rheinkiesel —). Oft nur Luft und Wasser in Blasen enthaltend; ausserdem aber auch oft Mineralien verschiedener Art, so namentlich Besen von Hornblende-, Rutil-, Nadeleisenerz- oder Turmalinnadeln, Glimmerblättchen, Bitter-, Schwerspath, Antimon-, Blei-, Silberglanz, auch dendritisches Silber und Gold (überhaupt nach Kenngott 21, nach Söchting einige 30, nach G. Leonhardt

43 Species) oder Erdpech und auch Pflanzenreste (nach Bornemann) umschliessend. Von dem farblosen eigentlichen Bergkrystalle unterscheidet man wieder den weingelben Citrin, den nelken- oder rauchbraunen Rauchtopas und den schwarzen Morion.

2) Amethyst: Stengelige oder keilförmige nach oben in eine sechsseitige Pyramide ausspitzende Individuen, welche zu Drusen miteinander verbunden sind, welche durch Eisensäure (nach Poggendorff) violett gefärbt und an ihren Zusammensetzungsflächen quer zickzackig gestreift erscheinen. — Ich besitze von Dr. Kranz in Bonn einen farblosen, wasserhellen Bergkrystall, welcher auf seiner stumpfen Endpyramide einen erbsengrossen, scharf-, aber grade aufgesetzten, gut ausgebildeten Amethystkrystall trägt, der, obwohl später ausgebildet, die Fortsetzung der Bergkrystallsäule darstellt und in einer ungleichseitigen Pyramide endigt;

b. durchscheinende bis undurchsichtige:

1) Gemeiner Quarz: sechsseitige Prismen mit sechsseitigen Pyramiden; eckige Körner oder derbe Massen mit körnigem, faserigem dichten oder zelligen Gefüge:

Meist graulich oder gelblichweiss. Zu ihm gehören folgende Varietäten:

1) Milchquarz, milchweiss, halbdurchsichtig.
2) Rosenquarz, rosenroth oder röthlichweiss. Nach Fuchs durch Titanoxyd, nach Berthier durch organische Stoffe gefärbt.
3) Schiller- oder Faserquarz, mit faseriger Structur von Amiantfasern durchzogen, grünlich- oder graulichweiss (Katzenauge).
4) Prasem, von Strahlstein durchdrungen, lauchgrün.
5) Siderit, durch Krokydolith verunreinigt, blau.
6) Avanturin, gelbroth bis nelkenbraun, von kleinen Glimmerschüppchen goldig duschzogen.
7) Eisenkiesel, von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat durchdrungen und dadurch gelb oder kirschroth bis schwarzbraun gefärbt; krystallisirt und derb.
8) Stinkquarz, von Bitumen durchzogen und deshalb beim Reiben stinkend, grau bis hornfarbig.

. Nicht oder undeutlich krystallinische Abarten in kugeligen knolligen oder stalaktitischen Gestalten mit muscheligem oder splitterigem, wachsartig schimmernden oder matten Bruche.

a. Von Kalilauge nicht oder nur sehr wenig angreifbar, nur kantendurchscheinend oder ganz undurchsichtig.

1) Der Hornstein, grau, gelblich, röthlich, hornfarbig, stets unrein gefärbt, mit meist splitterigem Bruche; derb, oft auch in Pseudomorphosen nach Eisenspath, Bitterspath, Kalkspath, Baryt, Flussspath, auch als Versteinerungsmittel von Holz (Holzstein oder Xilolith).
2) Kieselschiefer (Lydit), derb, dick- und oft undeutlich schieferig mit unebenem, im Grossen grobschieferigen Bruche; grau, unrein gelblich oder röthlich oder durch Kohlentheilchen schwarz gefärbt.
3) Jaspis, ganz dicht, undurchsichtig und durch Eisen- und Manganoxyd roth, gelb, grün oder braun, oft streifenweise, gefärbt. Bildet einen Uebergang zum Eisenkiesel und bisweilen auch Pseudomorphosen nach Hornblende (z. B. am Wolfsberg in Böhmen) und Augit (ebendaselbst nach Blums Nachtr. III. S. 49 u. 51). Varietäten von ihm sind der gemeine Jaspis, Kugel-, Band- und Achatjaspis.

b. von Kalilauge mehr oder weniger lösbar, wasserhaltig.

α. Chalcedon: Knollen, Kugeln, Stalaktiten, Platten, Ueberzüge; auch in Pseudomorphosen nach Eisen-, Bitter-, Kalk-, Schwer-, und Flussspath, Barytspath, Datolith, Antimonglanz, Kupferkies und Pyromorphit; oder als Versteinerungsmittel von Conchylien. Mit ebenem bis flachmuscheligen, feinsplitterigen, matten oder schimmernden Bruche; von verschiedenen Farben und halbdurchsichtig bis durchscheinend. Man unterscheidet von ihm:
1) gemeinen Chalcedon, grau, gelb, braun.
2) Carneol, blutroth, oder blutroth mit weissen Streifen wechselnd (Onyx und Sardonyx).
3) Mokkasstein, hornfarbig mit moosähnlichen Zeichnungen.
4) Chrysopras, durch Nickeloxyd apfelgrün.
5) Heliotrop, dunkellauchgrün mit blutrothen Pünktchen.

Bemerkung: Fuchs (Poggend. Ann. Bd. XXXI. S. 517) fand, dass mit Kalilauge behandelter Chalcedon sich theilweise auflöste und schloss daraus, dass derselbe ein Gemenge von Quarz und Opal sei.

β. Flint oder Feuerstein, in Knollen, Platten und Lagermassen, auch als Versteinerungsmittel von Echiniten, Belemniten und Conchylien, häufig auch Kieselpanzer von Diatomeen und anderen Algen einschliessend oder von Kieselguhr durchzogen. Sehr leicht spaltbar und dann einen flachmuscheligen Bruch und sehr scharfkantige Bruchstücke gebend. Spec. Gewicht = 2,6. — Rauchgrau bis braunschwarz; graulichweiss und dunkel gewölkt, bisweilen auch gelblich, röthlich oder gefleckt. Aeusserlich meist mit einer weissen, Kieselsäure und kohlensauren Kalk haltigen, Rinde überzogen.

Anhang.

1) Kieselsinter oder Kieseltuff, erdiger, poröser oder stalaktitischer Kieselsäure-Absatz aus heissen Quellen.
2) Achat, ein meist streifenweise wechselndes Gemenge von Chalcedon, Jaspis, Hornstein und Amethyst- oder Bergkrystall.

§. 69c. Verwitterung und Umwandlung des Quarzes.

Obgleich es ausser dem Fluorwasserstoffe und den Aetzalkalien schein-r kein Mittel in der Chemie giebt, durch welches der krystallinische iarz umgewandelt oder gelöst werden kann, so findet man doch hie und Pseudomorphosen von anderen Mineralien nach den Formen von Quarz. kommt nach Blum (Pseudomorph. S. 115) bei Göpfersgrün Speckstein Bergkrystallformen vor, welche selbst die feine Querstreifungen und inkel der verdrängten Krystallprismen genau zeigen; ebenso bemerkt man Gypse von Kittelsthal Specksteinknollen, welche ganz genau das Aus-ıen von Verdrängungspseudomorphosen nach Feuerstein besitzen. Dem-:h muss der Quarz doch auch auf irgend eine Weise löslich gemacht rden können. Auf den Zinngängen von Zinnwald und Altenberg in Sachsen, denen der die Gangmasse bildende Quarz häufig in Speckstein umgewan-lt erscheint, zeigt sich der erstere in der nächsten Umgebung des letztern ıtt, trübe, weisslich, unreingrünlich und wenig hart. Ob nun aber die kohlensaurem Wasser lösliche kieselsaure Magnesia des Specksteines im ınde war, durch ihr kohlensaures Wasser den Quarz allmählig zu lösen d sich dafür an seine Stelle zu setzen, — das ist schwer zu entscheiden. llte vielleicht irgend ein Fluormetall — z. B. in dem eben angegebenem lle, Fluormagnium —, die Auflösung des Quarzes vollbracht haben?

Viel häufiger findet man die Massen der Quarzvarietäten auf mecha-schem Wege verändert oder zerstört. Das in ihre Spalten und Ritzen ıgedrungene Meteorwasser zersprengt sie bei ihrer Eiswerdung zu Geröllen ıd Sand. Das Regenwasser fluthet die so entstandenen Bruchstücke den üssen zu, und diese scheuern durch ewiges Hin- und Herschieben ihre ken und Kanten so ab, dass einerseits aus diesen Bruchstücken oder ystallresten mehr oder weniger vollständige Kugeln, Perlen oder Linsen ogenannte Rheinkiesel und Perlsand) werden und andererseits aus den n ihnen abgeriebenen Resten ein mehlartiger Sand (Mehl- oder Mahlsand) tsteht, welcher vom Wasser oft weit weggeführt und endlich von den ıthwellen auf den niedern Stellen der Ufer zu flach abgerundeten Hügeln fgehäuft wird. Das ist das endliche Schicksal allen Quarzes. Enthält selbe aber Wasser oder besteht er aus einem Gemische von krystallini-ler oder amorpher Kieselsäure, wie dies alles beim Chalcedon und Flint Fall ist, dann wird er nicht bloss mechanisch zertrümmert, sondern :h vom Wasser, zumal wenn in dem letzteren kohlensaure Alkalien ent-

halten sind, theilweise wirklich gelöst, so dass nun aus seiner Masse zu gleicher Zeit Gerölle und gelöste Kieselsäure entstehen. Da, wo sich nun seine Gerölle und Sandmassen absetzen, wird bei der Verdunstung des Wassers die in dem letzteren gelöste Kieselsäure sich zwischen diesen Geröllen und Sandaggregaten absetzen und sie bei ihrer Erstarrung zu jenen eigenthümlichen Conglomeraten und Breccien verkitten, welche unter dem Namen Puddingsteinen und Kieselsandsteinen bekannt sind.

§. 69d. Vorkommen und Associationen.

Nächst dem kohlensauren Kalke und den verschiedenen Erzen des Eisens hat wohl kein anderes Mineral ein so weit ausgedehntes Verbreitungsgebiet und so verschiedenartige Associationskreise wie der Quarz mit seinen Abarten.

I. Die krystallisirten, krystallinischen und dichten Abarten des Quarzes bilden theils für sich allein mächtige Lager, Gänge und selbst bedeutende Felsstöcke; theils in Gemeinschaft mit dem Eisen-, Kalk-, Baryt- und Flussspath die bei weitem meisten Erzgänge, theils treten sie als wesentliche oder unwesentliche Gemengtheile in vielen gemengten krystallinischen und klastischen Gebirgsarten auf; endlich sind sie eins der häufigsten Drusen- und Mandelbildungsmittel. In der That eine sehr grosse Mannigfaltigkeit des Vorkommens. Indessen so verschiedenartig dieselbe auch erscheint, so ist doch wenigstens für die krystallinischen Quarzarten eine bestimmte Gesetzmässigkeit in derselben nicht zu verkennen, wie das Folgende zeigen wird:

a. Zunächst wird man bemerken, dass die Ablagerungsstätten des Quarzfelses sich vorherrschend im Gebiete des Gneisses, Glimmerschiefers, Thonschiefers und der Grauwacke, seltener schon des Steinkohlensandsteines befinden. Das Gneissgebiet des Erzgebirges (z. B. bei Freiberg, Oberschöna und Frauenstein) ist reich an Gängen und Stöcken des Quarzites; im Thonschiefergebiete des Taunus bemerkt man fast auf allen Höhenpunkten Quarzfels, im Grauwackegebiete des Hunsrücken treten drei mächtige Züge Quarzfels auf, welche sogar die Höhe von 2000 Fuss und darüber erreichen. Am meisten aber erscheint der Quarzfels entwickelt in den Gebirgsmassen des Glimmerschiefers. In diesen setzt er nicht blos zahlreiche Felsgänge von verschiedener Mächtigkeit auf, sondern durchdringt auch in Gängen und Adern die Massen des Glimmerschiefers nach allen Richtungen hin; ja in den Bergen von Ruhla im Thüringer Walde zwängt er sich häufig so in die Glimmerschiefermassen ein, dass diese letzteren dadurch in viele einzelne, parallel übereinander lagernde, oft kaum 6 Zoll mächtige Schichtlagen abgetheilt werden, zwischen denen der Quarz 1—12 Zoll mächtige Lager bildet.

Wie der gemeine Quarz seine Felsmassen vorherrschend im Gebiete der Urschiefer und des Uebergangsgebirges zusammensetzt, so ist dies auch der Fall mit den Erz führenden Gängen, welche er theils für sich allein, theils in Begleitung von Hornstein, theils in Gemeinschaft mit den obengenannten Carbonat- und Sulfatspathen bildet. Die bei weitem meisten dieser Gänge treten jedoch im Glimmerschiefer, Gneiss und Granit oder auch im Diorite auf. Eigenthümlich ist in diesen Gängen das Verhalten des Quarzes zu den ihn begleitenden Erzen. Die Titan haltigen Erze (Sphen, Rutil, Anatas), die Zinnerze, Wolframite, Scheelspathe, die Antimon, Tellur und Arsen haltigen Silber- und Golderze scheinen nur an ihn und zwar in der Weise gebunden zu sein, dass der letztere ihr Bett bildet. Zahlreiche Belege hierzu finden sich in Breithaupts Paragenesis (S. 137—191). Nach diesen erscheinen:

1) namentlich im Gebiete der deutschen und schweizerischen Alpen sowohl der Rutil wie der Anatas und Sphen stets in Gesellschaft des Periklin (Albit) oder Adulars und Quarzes und zwar so, dass der Feldspath die Unterlage und der Quarz die Decke des Titanerzes bildet. Ja hier kommt es auch vor, dass die Rutilbesen ganz von Bergkrystallmasse umhüllt sind;
2) auf den Zinnerzgängen im Glimmerschiefer von Ehrenfriedersdorf, im Gneisse von Marienburg, im Greisen von Zinnwald, im Granite von Schlaggenwalde, im Thonschiefer von Cornwall die Zinnerze, Wolframite, Scheelspathe, Molybdänglanze und Arsenkiese stets auf Quarz sitzend, während Topas oder Flussspath auf den genannten Erzen folgt;
3) auf den im Glimmerschiefer und Gneisse des Erzgebirges (so namentlich bei Bräunsdorf bei Freiberg) und Siebenbürgens aufsetzenden Edelerzgängen Quarz stets als Unterlage der Schwefelantimon, Schwefelarsen oder Schwefeltellur haltigen Silber- oder Golderze. Auf diese Weise sitzen bei Bräunsdorf auf Quarz
   Antimonglanz und Antimonblende,
   Myargyrit und Weissgültigerz,
   Myargyrit und Rothgültigerz,
   Rothgültigerz und gediegenes Silber
   (bisweilen sogar in Metamorphosen nach Rothgültigerz),
   Mispickel, Rothgültigerz, Eugenglanz, Melanglanz und darüber Kalkspath;

   bei Nagyag in Siebenbürgen auf Quarz Tellurglanz, Schrifterz (Sylvanit) und Weisstellur;
4) auf den Antimonerzgängen im Thonschiefer von Wolfsberg am Unterharze der Quarz als Unterlage des goldhaltigen Antimonglanzes,

der Antimonblende, des Zundererzes, Bournonites, Berthierites, Zinkenites, Plagionites, Kupferantimonglanzes, namentlich aber auch des antimon- und silberhaltigen Bleiglanzes, des Fahlerzes und Kupferkieses, während Eisen- oder Kalkspath auf diesen Erzen sitzt;

5) gediegen Gold, Silber oder Kupfer fast stets im oder auf dem Quarze, namentlich auf Hornstein. In den meisten, — wenn nicht in allen —, der eben angeführten Fälle bildet also der gemeine Quarz die Unterlage oder das Bett der mit ihm verbundenen Erze. Dasselbe ist nun auch der Fall in denjenigen Gängen, wo er mit Eisenspath, Zinkblende, Fluss-, Baryt-, Bitter- und Kalkspath verbunden vorkommt. Und erscheint er ja einmal über diesen Gangmineralien sitzend, so ist er eine spätere Bildung und als solche nicht zu der unter ihm befindlichen Spathassociation gehörig. Am deutlichsten tritt dies in denjenigen Gängen hervor, in welchen sich die ebengenannte Spathassociationsreihe nochmals über dem auf der ersten Reihe sitzenden Quarze wiederholt. Eigenthümlich ist es, dass einerseits in denjenigen Gängen, welche nur aus Quarz und Erzen bestehen, sehr häufig die Gangmasse scharf abgesondert von dem Nebengesteine auftritt, so dass man zwischen dem letzteren und dem ersteren kein Besteg d. h. keine Verwitterungslage des Nebengesteines findet, andererseits dagegen in denjenigen Gängen, welche aus übereinander sitzenden Lagen von Quarz und den oben genannten Sulfat- und Carbonatspathen sehr gewöhnlich zwischen dem Nebengesteine und der Gangmasse ein Verwitterungsbesteg des ersteren bemerkt wird.

c. Aber nicht blos auf Gängen und Spalten, sondern auch in den Höhlungen und Blasenräumen vieler Felsarten, so namentlich der Mandelsteine, bildet der Quarz häufig das Ausfüllungsmittel. In dieser Beziehung ist nun bemerkenswerth, dass in den Drusenräumen der Urschiefer, Granite und Porphyre, sowie auch der älteren Kalksteine und Mergel bis zur Keuperformation herauf die wasserlosen Quarze, namentlich der Bergkrystall, Amethyst, gemeine Quarz und Eisenkiesel, auftreten; in den Blasenräumen der Melaphyrmandelsteine dagegen Gemische von wasserlosen und wasserhaltigen Quarzarten, so namentlich Chalcedon und Carniol im Verbande mit Jaspis, Amethyst und Bergkrystall die Blasenausfüllungen bilden; und in den amygdaloïdischen Basalten vorherrschend nur wasserhaltige Quarze, so Chalcedon und Opale gefunden werden.

d. Endlich bildet der gemeine Quarz auch einen häufig wiederkehrenden, bald wesentlichen, bald unwesentlichen Gemengtheil vieler Felsarten:

α. Als wesentlicher Gemengtheil tritt er vorherrschend, ja fast nur, in denjenigen gemengten krystallinischen Felsarten auf, welche

1) Turmalin oder dessen Umwandlungsmineralien, Kali-, Lithion- und Magnesiaglimmer, oder
2) kieselsäurereiche Feldspathe, deren Sauerstoffsverhältnisse = 1 : 3 : 9 oder 1 : 3 : 12 ist, also Oligoklas, Albit, Orthoklas oder das Umwandlungsmineral des letzteren, den Topas,

enthalten. Im ersten dieser beiden Fälle bildet er im Verbande mit Glimmer den Turmalin- und Glimmerschiefer, mit Chlorit den Chloritschiefer; endlich auch manche Urthonschiefer. Im zweiten Falle dagegen bildet er im Verbande

a. mit Oligoklas oder Orthoklas den Granulit und Felsitporphyr,
b. mit Feldspath und Turmalin manchen Schriftgranit;
c. mit Feldspath und Glimmer den Granit und Gneiss;
d. mit Topas (und Turmalin oder Glimmer) den Topasfels;
e. mit Sanidin und Glimmer die Quarztrachyte.

In eben diesen angegebenen Verbindungsverhältnissen erscheint bemerkenswerth:

1) dass der Glimmer wohl nie ganz fehlt, selbst nicht im Granulite und Felsitporphyr, und dass diese Minerale entweder als die Mutterminerale von ihm gelten, so der Turmalin und die kalkfreie Hornblende, oder erst aus seiner Umwandlung oder Zersetzung hervorgegangen sind, so der Staurolith, Cyanit, Granat und Chlorit.
2) dass der Quarz stets so mit dem Feldspathe, Turmalin und Glimmer verbunden ist, dass er auf ihnen sitzt und nicht gleichmässig mit ihnen gemengt erscheint;
3) dass er in allen Feldspath, Turmalin und Glimmer haltigen Gemengen, wohl nie in regelmässigen Krystallen, sondern in unregelmässigen Körpern oder amorphen Massen auftritt;
4) dass er auch in Porphyren nur dann krystallisirt erscheint, wenn die Felsitmasse derselben aus erhärtetem Kaolin oder Thon besteht.

Bemerkung: Ich habe viele Felsitporphyre untersucht und krystallisirten Quarz nur in sogenannten regenerirten, d. h. in solchen Porphyren gefunden, deren Masse aus dem eben erwähnten erhärteten Kaolin oder Thon besteht. Dies ist unter anderem der Fall bei dem Porphyre des Schneekopfes am Thüringer Walde, in welchem neben Quarzkrystallen die allbekannten Pseudomorphosen von Kaolin nach Orthoklaszwillingen auftreten, und bei dem Porphyre des Auerberges bei Stollberg. Die in diesen Pseudo-Felsitporphyren vorkommenden Quarzkrystalle sind wahrscheinlich erst durch die Kieselsäure entstanden, welche bei der Umwandlung des Felsites in Kaolin frei wurde.

Das eigenthümliche, oben unter 2 und 3 erwähnte Auftreten des Quarzes deutet offenbar darauf hin, dass derselbe erst nach

der Entstehung der mit ihm associirten Mineralien vielleicht aus der, nach Bildung dieser letzteren, noch übrigen Kieselsäure oder auch aus der theilweisen Umwandlung des Feldspathes oder Turmalins in Glimmer entstanden ist. (Vergl. hierzu das im I. Capitel §. 25 und 26 schon Angedeutete.)

β. Als unwesentlicher Gemengtheil findet sich der nicht krystallinische Quarz häufig in denjenigen gemengten krystallinischen Felsarten, welche Oligoklas und kalkfreie Hornblende enthalten, also im Syenit und Diorit. Bei genauerer Untersuchung dieser Gesteine wird man indessen bemerken, dass auch in diesen Fällen sein Auftreten abhängig ist; denn man wird ihn in der Regel nur in denjenigen Syeniten und Dioriten vorfinden, welche mehr oder weniger Glimmerblättchen enthalten. Ausserdem bildet er auch häufig einen Bestandtheil des Talk- und Chloritschiefers, zweier anerkannter Zersetzungsmineralien des Magnesiaglimmers und der kalkfreien Hornblende. In denjenigen Gesteinen aber, welche Augit, Diallag, Hypersthen und kieselsäurearme Feldspathe enthalten, so in dem Diabas, Gabbro, Hypersthenfels und Basalt, tritt er wohl eben so wenig wie in den Gemengen der jüngsten vulcanischen Gebirgsarten auf.

γ. Wie der Quarz einen wesentlichen Gemengtheil der Orthoklas, Oligoklas und Glimmer haltigen krystallinischen Felsarten bildet, so ist er nun auch in denjenigen klastischen Gesteinen zu bemerken, welche aus der Zersetzung oder Zertrümmerung der Quarz, Feldspath und Glimmer haltigen Felsarten hervorgegangen sind, so in vielen Conglomeraten, Mergeln und allen Sandsteinen. In diesen letzteren aber erscheint er nicht nur in abgerundeten Körnern, sondern auch in ausgebildeten Krystallen, so z. B. in den unteren Keupermergeln bei Eisenach. Diese abgerundeten Quarzkörner der Sandsteine sind dann wohl nur Ueberbleibsel der diese Sandsteine liefernden Granite, Gneisse und Glimmerschiefer; die Quarzkrystalle der Sandsteine und Mergel dagegen möchten erst nach Ablagerung dieser klastischen Gesteine aus der in ihrer Thon- oder Mergelmasse noch vorhandenen flüssigen Kieselsäure entstanden sein.

II. Der Hornstein, eine Mittelstufe zwischen dem gemeinen Quarze und dem Kieselschiefer bildet zunächst selbstständige Gänge, Lager und knollige Aggregate in Formationen des verschiedensten Alters, sodann das Versteinerungsmittel organischer Reste, namentlich von Holzgewächsen, endlich das Verdrängungsmaterial oder den Ausfüllungsstoff von Krystallräumen verschiedener Minerale, so des Fluorites, Calcites u. s. w.

a. Gänge von Hornstein kommen in den verschiedenartigsten Formationen vor, aber die erzführenden derselben treten ähnlich den Erzquarzgängen fast nur in dem Grundschiefergebirge, — Gneiss, Glimmer-

Chlorit- und Thonschiefer —, oder auch im Granite und Diorite auf. In diesen Erzgängen erscheint der Hornstein, ähnlich dem gemeinen Quarz, entweder als das allgemeine Erzbett oder als die Unterlage des die Erze führenden Quarzes. Dies Letztere ist hauptsächlich der Fall in den Kobalt-Nickelgängen von Schneeberg auf dem Erzgebirge. In diesen erscheint nach Breithaupts Paragen. (S. 222 ff.) sehr gewöhnlich Hornstein als die Unterlage, darüber Quarz und über diesen Speiskobalt, Rothnickelkies, Chloanthit oder auch wohl Kalkspath.

b. Hornsteinlager von grösserer und geringerer Mächtigkeit treten schon in den Steinkohlenformationen Nordamerika's (in Tennessee) auf; in der Muschelkalkformation Schwabens sind sie ebenfalls nicht selten. Dasselbe ist der Fall in dem weissen Jura Schwabens und in der Kreideformation Belgiens. Aber noch häufiger als in zusammenhängenden Lagern bildet der Hornstein

c. einzelne Knollen und Nieren, welche lagerartig zwischen den verschiedenen Sandstein- und Kalksteinablagerungen der jüngeren Formationen bis zur Kreide hinauf auftreten und die Stellvertreter der Feuersteine abgeben, bisweilen aber auch nichts weiter als diese letzteren sind.

d. Oft tritt der Hornstein auch als Gemengtheil von klastischen Gesteinen, namentlich von den Conglomeraten der Grauwackeformation und des Rothliegenden, auf.

Aber als wesentlicher Gemengtheil einer gemengten krystallinischen Felsart ist er bis jetzt noch nicht gefunden worden; denn was man in dem sogenannten Hornsteinporphyr für Kieselsäure hält, ist weiter nichts als ein von Kieselsäure durchdrungener Felsit.

e. Sehr häufig bildet der Hornstein das Verkieselungsmittel von Pflanzen, namentlich Holzstämmen, und wird dann Holzstein (Xylolith) genannt. Berühmt sind in dieser Beziehung die verkieselten Stämme der Psaronius-Arten vom Kiffhäuser in der güldenen Aue und von Chemnitz in Sachsen.

f. Endlich erscheint der Hornstein noch häufig als Ueberzug oder als Verdrängungspseudomorphose von Fluss-, Gyps- und Kalkspath, so namentlich bei Schneeberg in Sachsen.

III. Der Kieselschiefer, oft nichts als ein von Kieselsäure durchdrungener Thon- oder Kohlenschiefer, bildet im Urthonschiefer, in der Grauwacke-, und Steinkohlenformation mehr oder minder mächtige, oft sehr deutlich geschichtete und plattenförmige Zwischenlagen, welche in einem unverkennbaren Bildungsverhältnisse zu den sie zunächst umgebenden Thon- und Kohlenschiefer-Ablagerungen stehen, indem man nicht blos allmählige Uebergänge zwischen ihnen und den sie begleitenden Schiefern, sondern auch die Kieselschiefermasse selbst bisweilen so von Thonschieferlamellen

und Kieselschieferknoten besteht. Ausserdem stehen diese Kieselschief lagen in einem eigenthümlichen Verbindungsverhältnisse zu den Gran und Diabasmassen, indem sie vorzüglich da in der Grauwackeformati auftreten, wo dieselbe von diesen letztgenannten Gesteinen durchsetzt e scheint, so am Harz und an mehreren Orten (vergl. meine Classificati der Felsarten S. 161). Vielleicht sind sie erst dadurch entstanden, dass d bei der Umwandlung der Granite und Diabase freigewordene Kieselsäu seitwärts in die von diesen Gesteinen durchsetzte Thonschiefermasse ei gedrungen ist.

Trümmer von Kieselschiefer treten ferner als Gemengtheile von klasti schen Gesteinen auf, so in den Conglomeraten und Sandsteinen der Grau wacke, des Rothliegenden und Zechsteins sowohl am Harze, wie am Thüringe Walde. Aber als Gemengtheil von krystallinischen Felsarten oder al Ganggestein auf Erzlagerstätten ist er wohl noch nie gefunden worden. Dagegen bildet er ähnlich dem Hornsteine das Verkieselungsmittel von Organismenresten, namentlich von Holzstämmen, so bei Chemnitz.

Bemerkenswerth erscheint es endlich, dass seine Lagermassen sehr gewöhnlich von einem wahren Netzwerke von weissen Quarzadern durchzogen werden. Ausser diesen Adern bemerkt man auch hie und da auf seinen Absonderungsspalten Ueberzüge von Anthracit oder Eisenkies, Magnetkies und zarte strahlige Ueberzüge von Wawellit.

IV. Der Feuerstein oder Flint, eine Mittelbildung zwischen Hornstein und Chalcedon, bildet Knollen verschiedener Grösse und Form, aber auch zusammenhängende Schichtlagen, am häufigsten in der weissen, abfärbenden, senonischen Kreide, weniger häufiger im weissen Jura und noch seltener im Muschelkalke.

Als Gangausfüllungsmasse aber möchte es wohl nirgends getroffen werden; denn was bis jetzt als Flint in den Gängen angesehen wurde, war nichts weiter als Hornstein oder Chalcedon. Eben so wenig tritt er als Gemengtheil irgend einer gemengten krystallinischen Felsart auf, dagegen bildet er den Hauptbestandtheil des Puddingsteines oder Flintconglomerates, eines pseudoklastischen Gesteines, welches in einem feuer- oder hornsteinartigen Bindemittel grössere und kleinere Trümmer von Feuerstein enthält und in der Silurformation Englands, z. B. in Herefordshire, vorkommt. — Auch als Versteinerungsmittel von Echiniten, Belemniten, Ammoniten und anderen Thierresten der Jura- und Kreideformation spielt er eine Hauptrolle. Und dass sehr häufig ganze Feuersteinknollen nichts weiter als Aggregate von verkieselten Infusorien und mikroscopischen Algen sind, ist bekannt und schon durch Ehrenberg (in dem Sitzungsberichte der Berliner Academie, Mai 1846) nachgewiesen worden. Interessant und für die Neubildung des Feuersteins auf nassem Wege sprechend ist auch die Mittheilung Hacques (Gehlerts Journal für Chemie, Bd. I. S. 89 ff.), nach welcher

ch bei Podgorze unweit Krakau an den Grenzen eines Buchenwaldes itten in zwei Feuersteinknollen verkieselte Buchenwurzelreste fanden.

Wie der Feuerstein organische Reste umhüllt, so bildet er auch hie id da die Umhüllung von anderen Mineralien, so von Kalksteinen, Gypsiath, Coelestin, — aber lauter Mineralien, welche den Kalksteinformaonen zustehen. Unter anderen Mineralarten indessen hat man bis jetzt ır Chalzedon und Bergkrystalle mit ihm im Verbande gefunden, jedoch , dass diese letzeren Höhlungen in seinen Knollen ausfüllten.

§. 70. **Opale.**

[Vom griech. οψ das Auge, weil der durchscheinende Edelopal ein prächtiges Farbenspiel aus seiner Masse hervorblicken lässt. — Synom: Quarz résinite nach Hauy; Hyalith (Müller), Menilith; Hydrophan, Pysophan; Kascholong; Prasopal; u. s. w.].

§. 70a. 1) Allgemeiner Charakter, Körperformen, physische ıd chemische Eigenschaften. — Unkrystallisirte (amorphe), in nollen, Kugeln, Trümmern, stalaktitischen, trauben- und nierenförmigen, ıch derben Massen oder auch als Versteinerungsmittel (von Holz) auftrende Kieselsäure, welche 2—12 Procent Wasser enthält. Der ruch ist vollkommen muschelig, bisweilen uneben und splitterig. Von erschiedenen Farben, am meisten lederbraun, ockergelb und blaulich milcheiss, bisweilen mit prächtigem Farbenspiele; durchsichtig bis undurchchtig; glas- oder wachsglänzend. Die Härte zwischen 5,5—6,5; das ec. Gewicht = 2—2,3. Die Cohärenz ist spröde.

Im Kolben schwitzt er Wasser aus, welches nach Damour bisweilen renzlich riecht und Ammoniąk enthält. Vor dem Löthrohre zerknistert er, onst aber verhält er sich wie Quarz.

Kochende Aetzkalilauge löst ihn im reinen Zustande selbst nach dem lühen ganz auf; auch kohlensaure Kalilösung greift ihn an; von Säuren agegen vermag nur die Flusssäure ihn ganz zu lösen. Der durch Eisenxydhydrat oder Kalkcarbonat verunreinigte Opal jedoch wird durch Salziure allmählig in der Weise zersetzt, dass ein Kieselscelett zurückbleibt. Vird aber seine alkalische Lösung mit irgend einer Säure zersetzt, so :heidet er sich als eine meist durchscheinende, stärkekleisterähnliche, allerte aus; selbst Kohlensäure vermag ihn in dieser Weise auszuscheiden. eitet man dann noch kohlensaures Wasser zu, so löst sich seine Gallerte ınz in dem letzteren auf. — Wird nach Fuchs (Ner. Jahrb. der Chemie ıd Physik VII. 419) pulverisirter Opal mit einer Kalklösung gemischt, verbindet er sich mit dem Kalke und bildet eine unter Wasser erhärnde Masse.

2) Chemischer Bestand: Vorherrschend amorphe Kieselsäure, aber ufig mit geringeren oder grösseren Beimischungen von Thonerde (0,10 bis

3,50), Eisenoxyd (0,37—9,95), Magnesia (0,02—2,13), Kalkerde (0,06—1,57), Kali und Natron (0,06—1); ja die Magnesia fehlt fast nie. Am reinsten von diesen Beimischungen erscheint noch der edle Opal von Cocherwenitza und Telkobanya in Ungarn. — Ausserdem erscheint seine Masse oft verunreinigt durch mechanische Beimengungen von Quarz, Chalzedon und Feuerstein, ja bisweilen auch von kohlensaurem Kalk, dessen Menge z. B. in dem Schwimmkiesel von St. Quen bei Paris nach Schaffgotsch 9,1 pro Ct. beträgt, und von Infusorien, wie Ehrenberg am sächsischen Hydrophan und Damour am Halb- und Bandopal nachgewiesen hat, und wodurch sich der Geruch nach Ammoniak und brenzlichen Stoffen beim Glühen mancher Opale erklären lässt.

Der Wassergehalt der Opale erscheint sehr verschieden und mag zum Theil von hygroscopisch angesogenem Wasser herrühren; man kann daher die Opale nicht als Kieselsäurehydrate von bestimmten Mischungsverhältnissen aufstellen.

§. 70b. Abarten: Je nach der Reinheit und Färbung seiner Masse unterscheidet man vom Opal: den edlen Opal, bläulich- und gelblichweiss, halbdurchsichtig oder durchscheinend, glasig glänzend, mit lebhaften grünem, blauen, gelben und rothen Farbenspiel, welches nach Fuchs von beigemengten, feinen Quarzsplitterchen hervorgebracht werden soll; namentlich in Schnüren und Nestern auf grauem Trachyttuff bei Czernewitza unweit Eperies in Ungarn; — den Feueropal, welcher honiggelb bis hyacinthroth ist und bei einiger Durchsichtigkeit stark ins Feuerfarbige spielt (vorzüglich bei Zimapan in Mexico); — den gemeinen Opal, welcher bläulichweiss, aber auch gelb, grünlich, röthlich und bläulich gefärbt ist und kein Farbenspiel zeigt (z. B. bei Freiberg, Eibenstock, Kosemütz, Telkobanya, Eperies, Tokai); — den Hydrophan, eine Abart des edlen Opales, welcher nur weiss, glanzlos, undurchsichtig und ohne Farbenspiel erscheint (z. B. bei Hubertsburg in Sachsen); — den in traubigen Ueberzügen auftretenden, farblosen, durchsichtigen, stark glasig glänzenden Hyalith (z. B. vom Kaiserstuhl); — den Kascholong, welcher undurchsichtig, gelblich- oder röthlichweiss ist, namentlich in Begleitung von Chalcedon und Brauneisenstein auftritt und auf Island und in der Bucharischen Kalmückei von grosser Schönheit vorkommt; — den Halbopal, welcher grau, gelb, braun oder schwarz ist und oft als versteinertes Holz (Holzopal) auftritt; — der Jasp- oder Eisenopal, welcher viel Eisenoxydhydrat oder auch Eisenoxyd (bis zu 40 pCt.) enthält und daher vorzüglich ockergelb, lederbraun, braunroth bis ziegelroth gefärbt ist; — den Menilit, welcher Knollen im Klebschiefer von Menilmontant bei Paris bildet, meist lederbraun ist, und bei St. Quen Süsswassermuscheln umschliesst, nach deren Auslaugung aus ihm der Schwimmstein entsteht; — endlich den Kieselsinter, welcher in faserigen oder perlkörnigen Tuffmassen in der Umgebung heisser Quellen

auf Island und Kamtschatka, aber auch zu St. Flora in Toskana vorkommt. Ausserdem rechnet man auch noch den Tripel, (terra Tripolitana), den Polierschiefer und die Kieselguhr (Kieselmehl) — [lauter Aggregate von Diatomeen-Kieselpanzern] — zu den opalartigen Mineralkörpern.

§. 70c. Vorkommen, Associationen und Bildungsweise. — Obgleich der Opal in keiner einzigen Felsart als Gemengtheil auftritt und auch für sich allein nirgends eine Ablagerungsmasse von einiger Mächtigkeit bildet, so ist doch die Art seines Vorkommens und Entstehens von grossem Interesse. Was zunächst sein Auftreten in den verschiedenen Räumen der Erdrinde betrifft, so erscheint er

a. hauptsächlich in den Gangsspalten, Verwitterungsklüften und Blasenräumen von Basalten, Trachyten, Serpentinen, ferner von Conglomeraten, und Tuffen der basaltischen und trachytischen Gesteine, also vorherrschend von Felsarten, welche Labrador, Anorthit, Nephelin, Zeolithe oder Augit oder sonst ein leicht verwitterbares Silicat enthalten.

   In den eben angegebenen Räumen findet er sich nun entweder allein oder in Gesellschaft von anderen nicht krystallinischen Quarzarten, so namentlich von Chalcedon und Achat, sei es nun dass er ähnlich dem Chalcedon traubige Ueberzüge oder stalaktitische Aggregate bildet, (so namentlich auf Spalten) oder in Lagen mit diesen letztgenannten Quarzarten verwachsen erscheint (so namentlich in den Blasenräumen der Mandelsteine). Bemerkenswerth ist hierbei, dass — wenigstens nach meinen bisjetzigen Beobachtungen — in den Blasenräumen der Opal niemals unmittelbar auf Quarzkrystallrinden sitzt, sondern dass, wenn diese letzteren mit ihm zusammentreten, die Quarzdrusen entweder auf dem Opale sitzen, oder durch eine Chalcedonzwischenlage von ihm getrennt erscheinen. Hiernach würden die Chalcedon- und Quarzkrystalllagen erst später, — vielleicht aus dem wässerigen Rückstande der Opallösungen —, enstanden sein. — Ausser diesen Quarzarten bilden namentlich in den höhlenartigen Klüften des Melaphyres, Hypersthenfelses und Diabases Braun- und Rotheisensteine (sogenannte Glasköpfe) oft die Gesellschafter der Opale. Gewöhnlich treten sie dann in trauben-, nieren- oder stalaktitenförmigen Aggregaten auf, welche entweder aus abwechselnden Schalen von Opal und Eisensteinen oder auch aus einem Gemenge von diesen beiden Mineralien bestehen oder endlich einen Eisenoxydkern und eine Halbopalrinde besitzen (z. B. zu Hüttenberg in Kärnthen).

b. Ferner findet man die Opale in den einzelnen Gliedern der Braunkohlenformation, namentlich in den Sandsteinen und Schieferthonen derselben da, wo dieselben von basaltischen und trachytischen Tuffen überlagert sind. In diesen Lagerstätten erscheinen sie

theils in Kugeln, Nieren und Knollen, theils auch als Verkittungsmittel von Sand und Geröllen und zwar wieder entweder für sich allein oder in Gesellschaft von opalartigen Quarzen, so vorzüglich von Chalcedon und Feuerstein, oder auch von thonigem Sphärosiderit.

c. Die Opale bilden ferner auch das Versteinerungsmittel von Pflanzen, so namentlich von Holzstämmen, und treten dann nicht blos in den Kohlenformationen, sondern auch in ganz jungen Erdrindebildungen auf. Bekannt sind in dieser Beziehung die Holzopalstammreste im im Trachyttuffe und in dem unter diesem lagernden Braunkohlensandsteine von Tokay und Telkebanya in Ungarn und vom Queysteine im Siebengebirge; bekannt auch die 30—50 Fuss langen und 1—2 Fuss dicken Holzopalstämme, welche in zahlloser Menge unter dem quaternären Sande der Wüste zwischen Cairo und Suez zerstreut liegen und nach Buist nicht angefluthet, sondern an Ort und Stelle aus den Stämmen eines durch Windstürme umgestürzten Waldes entstanden sind; bekannt endlich ist, dass man noch gegenwärtig Baumstämme, welche Jahrhundertd hindurch unter Wasser gelegen, mit einer Rinde von Holzopal bedeckt findet (Vgl. Breislak Lehrbuch. der Geol. Bd. II. S. 491).

d. Endlich bildet er auch als Kieselsinter mehr oder minder beträchtliche tuffartige Ablagerungsmasssen vorzüglich in der nächsten Umgebung heisser vulkanischer Quellen, so auf Island, auf Ischia, zu Sta Maria Flora in Toskana, bei Mont D'Ore les Bains in Frankreich.

Alle die eben angegebenen Vorkommnissarten und Associationen des Opales sprechen unbestritten dafür, dass er aus wässerigen Lösungen entstanden ist und auch noch in der Gegenwart entsteht.

Bedenkt man nun ferner, dass er sehr häufig Eisenoxydhydrat, Magnesia und auch kohlensauren Kalk mechanisch beigemengt enthält und dass er hauptsächlich in der Umgebung von Anorthit, Labrador, Zeolithe und Augit haltigen Felsarten vorkommt, so möchte man zu dem Schlusse kommen, dass der Opal vorherrshend aus der Zersetzung kieselsäurearmer Kalkerde, Magnesia (oder auch Eisenoxydul) haltiger Silicate entsteht: denn diese sind einerseits durch kohlensaures Wasser leicht zersetzbar und geben andererseits bei ihrer Zersetzung viel freie, in kohlensaurem Wasser lösliche, Kieselsäure, doppeltkohlensauren Kalk und Eisenspath, aus welchem später durch Oxydation Eisenoxydhydrat wird. — Aus der Zersetzung kieselsäurereicher, kalkerdeleerer Silicate dagegen, z. B. des Orthoklas und Oligoklases, kann er nicht gut entstehen; denn diese geben bei ihrer Zersetzung wohl lösliche kieselsaure Alkalien, aber keine oder nur sehr wenig freie in kohlensaurem Wasser lösliche Kieselsäure.

Daher mag es auch wohl kommen, dass man die Opale als äusserst

selten in der Umgebung von Graniten, Gneissen und überhaupt von Orthoklas haltigen Felsarten findet.

Ueberhaupt aber möchte man annehmen, dass die Opale aus concentrirten, rasch verdampfenden Kieselsäurelösungen entstehen, während die Quarze aus möglichst dünnen, nur äussert langsam verdunstenden, Kieselsäurelösungen hervorgehen.

B. Silicate.

§. 71. Silicate.

§. 71a. Allgemeiner Charakter, Verbindungen der Kieselsäure mit basischen Oxyden verschiedener Art, namentlich aber mit Alkalien, alkalischen Erden, eigentlichen Erden und Oxyden des Eisens oder Mangans. Vorherrschend mehrfach zusammengesetzte Salze, in denen 2, 3, 4 oder noch mehr Basen auftreten und ausser der Kieselsäure bisweilen auch noch Borsäure, Chlor und Fluor vorkommen.

Unter den Basen der meisten Silicate herrscht in der Regel die Thonerde (Aluminoxyd), die Magnesia oder das Eisenoxydul, bisweilen auch die Zirkon- oder die Beryllerde vor. Hiernach kann man wenigstens die hierhergehörigen Silicate in folgende Gruppen theilen:

1) in Aluminsilicate mit vorherrschender kieselsaurer Thonerde, welche mit Borax nur langsam und schwer zu klarem Glase schmelzen und beim Erhitzen mit Kobaltlösung blau werden; z. B. Feldspathe, Topas.
2) in Magnesiasilicate mit vorherrschender kieselsaurer Magnesia, welche mit Borax meist leicht schmelzen und als Pulver (— welches man zuvor mit etwas Wasser zu einem Brei geknetet, auf Kohle gestrichen und bis zur Trockenheit erwärmt hat —) mit Kobaltlösung erhitzt schwach rosenroth werden (oder bei starkem Eisengehalte sich gar nicht verändern) z. B. Talk, Speckstein, Serpentin, Chlorit.
3) in Eisenoxydulsilicate, welche vorherrschend aus kieselsaurem Eisenoxydul bestehen und vor dem Löthrohre zu schwarzen magnetischen Kugeln schmelzen, z. B. Grünerde, Glaukonit.
4) in Zirkonsilicate, welche mit Borax nicht sehr schwer schmelzen, im gefärbten Zustande beim Erhitzen woiss, farblos und durchsichtig, und beim Glühen mit Kobaltlösung schmutzig violett werden, z. B. Zirkon.
5) in Beryllsilicate, welche mit Borax nur schwer schmelzen, von Phosphorsalz aber ganz aufgelöst werden, meist ohne ein Kieselskelett zu hinterlassen, und durch Kobaltsolution schmutzig blaugrau werden, z. B. Beryll.

Zusatz: Rammelsberg theilt in seinem Handbuche der Mineralchemie die Silicate ein: in Silicate von Monoxyden (RO), 2., von Sesquioxyden (R^2O^3) und 3., von Monoxyden und Sesquioxyden; je nachdem ihre Hauptbildungsbasen Monoxyde (Magnesia, Kalkerde, Eisenoxydul) oder Sesquioxyde (Thonerde, Eisenoxyd etc.) sind.

§. 71b. Allgemeine Eigenschaften. Wird ein hirsekorngrosses Splitterchen eines Silicates vor dem Löthrohre auf Kohle in einer schmelzenden Phoshorsalzkugel geglüht, so entsteht eine Glasperle, in welcher ein ungeschmolzener Theil von der Form der angewendeten Probe (als Kieselskelett) umherschwimmt; als Pulver aber mit Soda zusammengeknetet und und vor dem Löthrohr auf Kohle geglüht giebt jedes Silicat unter Aufbrausen ein klares Glas.

Im reinen Wasser erscheinen zwar alle Silicate unlöslich, aber sie vermögen namentlich in ihrem krystallinischen Zustande um so leichter mechanisch Wasser in sich aufzusaugen, je vollkommener blätterig ihr Gefüge ist. Hierdurch können sie mit der Zeit hydratisch werden, was von grosser Wichtigkeit für ihre Zersetzbarkeit ist. — Je nach ihrem Verhalten gegen Säuren zeigen sie sich von doppelter Art: die Einen, — so namentlich die hydratischen, — (welche bei ihrer Erhitzung in einem Glaskölbchen Wasser ausschwitzen) —, werden als feines Pulver beim Erwärmen in concentrirter Salz- oder Schwefelsäure unter Abscheidung von gelatinöser, schleimiger, flockiger, schuppiger oder mehliger Kieselsäure zersetzt und gelöst, die Andern dagegen, — so namentlich die meisten wasserlosen —, erscheinen in den genannten Säuren ganz unlöslich und müssen erst durch Zusammenschmelzen ihres feinsten Pulvers mit der dreifachen Menge Flussspathes oder kohlensauren Kali-Natrons aufgeschlossen werden, wenn sie sich in Säuren lösen sollen.

Indessen erscheinen doch auch diese letzteren gegen kohlensaures Wasser nicht unempfindlich; denn die Erfahrung lehrt, dass auch die scheinbar unlöslichen Silicate durch dasselbe, wenn auch nur sehr langsam und allmählig, zersetzt oder verändert werden.

§. 71c. Verwitterung und Metamorphosirung. Es sind schon in dem allgemeinen Theile da, wo von den Umwandlungspotenzen (§. 14—19) und dem Zersetzungsprocesse der Mineralien überhaupt (§. 21) die Rede war, die Zersetzungsweisen der Silicate ausführlich besprochen worden; mit Bezug hierauf können deshalb die Umwandlungsverhältnisse dieser Mineralien hier nur übersichtlich und kurz angedeutet werden, zumal da dieselben nochmals bei der speciellen Beschreibung der Silicatarten angegeben werden müssen.

Wie nun oben (§. 24) schon gezeigt worden ist, so hat man bei bei jedem Minerale und namentlich bei den Silicaten, zweierlei Umwandlungsprocesse zu unterscheiden, nämlich den Verwitterungsprocess,

welcher in der Regel nur bei ungehemmtem Luftzutritte stattfindet und theils durch den atmosphärischen Sauerstoff, theils durch Kohlensäure haltiges Wasser allein eingeleitet und in der Weise ausgeführt wird, dass von der Gesammtmasse eines krystallinischen Silicates nur noch ein amorphes oder erdiges, meist einfaches Silicathydrat übrig bleibt —, und den Metamorphosirungsprocess, welcher bei ganz oder theilweise abgeschlossener Luft stattfindet und theils durch kohlensaures Wasser, theils durch im Wasser gelöste Carbonate in der Weise durchgeführt wird, dass aus einem gegebenen krystallinischen Silicate ein ganz anderes krystallinisches entsteht.

I. Der Verwitterungsprocess der Silicate.

Nachdem durch den immer wiederkehrenden Wechsel der Temperatur der Zusammenhalt der einzelnen Massetheile eines Silicates gelockert worden und in Folge davon an der Oberfläche des letzteren um so mehr Haarrisse entstanden sind, je vollkommen blättriger das Gefüge desselben ist, beginnen auch sogleich die Angriffe der atmosphärischen Feuchtigkeit sammt den in ihr aufgelösten Atmosphärengasen in folgender Weise:

Zunächst verbinden sich diejenigen kleinsten Massetheilchen, welche sich an der Oberfläche des Silicates befinden und in unmittelbarer Berührung mit den wassererfüllten Haarspalten ihres Mineralkörpers stehen, so lange mit dem sie benetzenden Wasser, bis sie alle hydratisch geworden sind; denn nur als Hydrate können sie von den verschiedenen Umwandlungsagentien, namentlich von den Säuren, angegriffen werden. Die Hydratisirung eines Silicates ist also als die erste Umwandlungsstufe desselben zu betrachten. Ist diese vollendet, dann beginnt das Werk dieser Umwandlungsagentien selbst:

a. Enthält das Silicat kieselsaures Eisen- oder Manganoxydul, dann zeigt sich zuerst der vom Wasser eingeführte atmosphärische Sauerstoff thätig: Die genannten beiden Oxydule werden in Oxydhydrate umgewandelt, wodurch ihre Verbindung mit der Kieselsäure geschwächt und in Folge dessen auch zugleich der chemische Verband mit den übrigen Bestandtheilen ihrer Masse aufgehoben wird.

   Die Mineralmasse wird in diesem Stadium ihrer Zersetzung an der Oberfläche um so ockergelber oder brauner, und um so lockerer und erdiger, je mehr sie von den genannten Oxydulen enthielt und je stärker der Sauerstoff wirken kann.

b. Enthält aber die Masse eines multiplen Silicates nichts von den obengenannten Oxydulen, dann beginnt gleich von vorn herein die Kohlensäure ihr Amt.

In diesem Falle zeigt sich jedoch die Verwitterung nur sehr langsam und allmählig, am wenigsten an der Oberfläche, am meisten noch im Innern des vom Wasser vorbereiteten Silicates.

Die Wirksamkeit der Kohlensäure besteht im Allgemeinen darin, dass die in dem angegriffenen Silicate vorhandenen Monoxyde, sei es unzersetzt als kieselsaure Salze, sei es zersetzt als Carbonate sammt der durch ihre Carbonisation frei gewordenen Kieselsäure gelöst und allmählig ausgelaugt werden, so dass nur noch diejenigen Theilsilicate von dem Gesammtsilicate übrig bleiben, welche das kohlensaure Wasser nicht zersetzen oder lösen kann. — Insbesondere ist indessen nun die Schnelligkeit, in welcher dieser Auslaugungsprocess erfolgt, und die Art, in welcher er vor sich geht, abhängig einerseits von der Menge der Kieselsäure und andererseits von der Menge und Art der Monoxyde eines Silicates, wie da, wo in dem allgemeinen Theile von den Wirkungen des kohlensauren Wassers (§. 13) und von dem Gange des Verwitterungsprocesses (§. 20) die Rede war, schon gezeigt worden ist.

Nach den oben angegebenen Andeutungen entstehen also aus einem multiplen Silicate durch die Verwitterungsagentien durch kohlensaures Wasser:

auslaugbare Stoffe, welche		nicht auslaugbare Stoffe, welche	
entweder unzersetzt als Silicate aus ihrer Verbindung gezogen und ausgelaugt werden: Kieselsaure Alkalien u. kieselsaure Magnesia.	oder zersetzt und als Carbonate aus ihrer Verbindung gezogen und ausgelaugt werden: Kalkbicarbonat, Eisenbicarbonat, (bei Abschluss von Sauerstoff), (Magnesiabicarbonat), Kieselsäure, welche bei der Zersetzung des Kalk- und Eisensilicates frei geworden ist.	durch den Sauerstoff gleich beim Beginne der Verwitterung entstanden sind: Eisen- u Manganoxyd.	von den Verwitterungspotenzen gar nicht angegriffen und nur hydratisirt worden sind: Thon und Kaolin.
		Diese bilden die Verwitterungsrinde auf der Aussenfläche des in Zersetzung begriffenen Silicates.	

Die so entstandenen Verwitterungsproducte eines Silicates erleiden nun selbst wieder im weiteren Verlaufe mancherlei Veränderungen.

1) Die kaum $\frac{1}{3}$ Linie dicke Verwitterungsrinde, welche, wie oben schon bemerkt, bei allen Eisenoxydul und Thon haltigen Silicaten ockergelb bis lederbraun ist und aus einem innigem mechanischen Gemenge von Eisenoxydhydrat (— oft auch von Manganoxyd) und

Thon besteht, bei eisenfreien Thonerdesilicaten aber weisslich erscheint und Kaolin enthält, bleibt anfangs noch fest mit der in Verwitterung begriffenen Silicatmasse verbunden und geht nach Innen oder Unten allmählig in die noch unverwitterte Mineralsubstanz über; bildet sogar, wenn sie thonarm ist und als ein ganz gleichmässiger Ueberzug auftritt, ein Schutzmittel gegen die weiteren Angriffe der Verwitterungspotenzen auf das von ihr überzogene, noch frische Silicat, wie man namentlich bei den eisenoxydul- und magnesiareichen Silicaten bemerken kann. Ist sie aber thonreich, dann wird sie, zumal wenn sie erst die Dicke von $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie erreicht hat, vom Regenwasser abgeschlämmt, so dass die unter ihr liegende frische Mineralfläche wieder zum Vorschein kommt und den Angriffen der Atmosphärilien von Neuem ausgesetzt wird. Zugleich befördert eine solche thonreiche Rinde auch noch dadurch die weitere Verwitterung der unter ihr befindlichen Silicatmasse, dass sie vermöge ihres Thongehaltes nicht blos selbst fortwährend Wasser und alles in ihm gelöste ansaugt und an die unter ihr befindliche Mineralmasse abgiebt, sondern auch die zur Verdunsung anregende Kraft der Sonnenstrahlen schwächt. Indem sie aber auch die durch das kohlensaure Wasser aus der angegriffenen Silicatmasse ausgezogenen Bicarbonate der Alkalien, alkalischen Erden und Kieselsäure in sich aufsaugt, wird sie selbst in ihrem chemischen Gehalte mannichfach verändert. Die Bicarbonate der Alkalien zwar wirken nur wenig oder auch gar nicht auf sie ein, da sie zu leicht löslich und auslaugbar sind; das Bicarbonat des kohlensauren Kalkes aber und auch die im kohlensauren Wasser gelöste Kieselsäure verändert die thonreiche Verwitterungsrinde auf doppelte Weise. Bei der Austrocknung der letzteren nämlich verdunstet auch das kohlensaure Lösungswasser des von dem Thone angesogenen kohlensauren Kalkes und der Kieselsäure, wodurch beide unlöslich werden und nun mit dem Thone innig untermengt bleiben. Hierdurch wird der Thon einerseits in Mergel, d. i. in ein inniges Gemenge von Thon und Kalk, und andererseits in Lehm, d. i. in ein inniges Gemenge von Thon und pulveriger Kieselsäure, umgewandelt. —

Es kann indessen die thonige Verwitterungsrinde von Silicatgesteinen auch noch in eisenschüssigen Thon oder sogar in thonigen Brauneisenstein umgewandelt werden. An der Aussenfläche von Augiten und Hypersthenen bemerkt man eine dichte lederbraune, aus Eisenoxydhydrat und etwas Thon bestehende, Verwitterungsrinde. Schabt man dieselbe behutsam ab, so erscheint unter ihr eine zarte, weisse, mit Säuren aufbrausende, Rinde, welche aus kohlensaurem Eisenoxydul in innigem Gemenge mit Thon und etwas

Kalk besteht und in ihrer Zusammensetzung manchem thonigem Spatheisensteine nahe kommt. Lässt man diese weissliche Rinde eine Zeit lang mit der Luft in Berührung, so färbt sie sich allmählig ockergelb und gleicht nun einem thonigen Brauneisensteine oder innig gemischten eisenschüssigem Thone. Am Basalte, Hypersthenfels und Diabas kann man diese Erscheinungen gut beobachten. Die Entstehung dieser eisenspathigen Thonrinde lässt sich nur durch die Annahme erklären, dass die zu oberst liegende Eisenoxydrinde den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs mehr oder weniger hemmte, so dass nur noch das von dieser Aussenrinde angezogene kohlensaure Wasser auf den unter dieser Rinde vorhandenen Silicatkern einwirken konnte.

2) Die von dem kohlensauren Wasser ausgelaugten kieselsauren Alkalien und kieselsaure Magnesia werden, wenn sie längere Zeit mit ihrem Auslaugungswasser in Verbindung bleiben, ganz oder theilweise von der Kohlensäure dieses letzteren zersetzt, so dass nun aus ihnen einerseits Bicarbonate und freie gelatinöse Kieselsäure und andererseits Silicate mit einem grösseren Gehalte von Kieselsäure entstehen.

In Folge dieses Prozesses bleiben nur noch die an Kieselsäure reicher gewordenen Alkalien löslich; die an dieser Säure reicher gewordene kieselsaure Magnesia aber ist nun unlöslich geworden und scheidet sich aus ihrem ursprünglichen Lösungswasser aus, so dass von ihr nur derjenige Magnesiatheil, welcher sich mit der Kohlensäure ihres Lösungswassers verbunden hat, als Magnesiacarbonat gelöst bleibt. Auf diese Weise entstehen also

aus den kieselsauren Alkalien	kohlensaure und kieselsäure-reichere	Alkalien, welche aber sämmtlich in kohlensaurem Wasser löslich sind.
aus der kieselsauren Magnesia.	kohlensaure und kieselsäure-reichere.	Magnesia, von denen die letztere unlöslich erscheint.
	gelatinöse und in kohlensaurem Wasser lösliche Kieselsäure.	

Von den letztgenannten Umwandlungsproducten der Magnesia bilden dann bei ihrer Ausscheidung aus dem Wasser:

die kohlensaure Magnesia . . . . den Magnesit.

die kieselsaure Magnesia { Talk / Speckstein / Meerschaum } { den Kieselmagnesit.

die gelatinöse Kieselsäure: Opal, Chalcedon, Hornstein, also lauter, — zum grossen Theile amorphe, — Mineralien, welche in der That auch hie und da — z. B. in Klüften von Felsarten zusammen vorkommen.

3) Das Kalkbicarbonat und Eisenbicarbonat scheiden sich bei Verdunstung ihres Lösungswassers als einfache Carbonate aus und bilden dann:

der kohlensaure Kalk { bei sehr verdünnter Lösung: Aragonit, / bei concentrirter Lösung: Calcit,

das kohlensaure Eisenoxydul { zuerst: Eisenspath, / dann: Brauneisenerz.

Ausserdem bildet der kohlensaure Kalk, wenn er bei seiner Ausscheidung mit Magnesiacarbonat in Berührung kommt, den Dolomit.

4) Die bei der Zersetzung des Kalk- und Eisensilicates freigewordene Kieselsäure endlich giebt bei der Verdunstnng ihres Lösungswassers:

bei sehr verdünnten Lösungen und ganz allmähliger Ausscheidung krystallinische Quarzarten, bei concentrirteren Lösungen oder rascher Ausscheidung amorphe Quarze und Opale.

Dass sie aber auch ebenso wie der kohlensaure Kalk, vom Thon mechanisch aufgesogen wird und dann bei ihrer Erstarrung in inniger Verbindung mit den einzelnen Massetheilchen des Thones den Lehm bildet, ist oben schon erwähnt worden.

5) Die eben unter 2, 3 und 4 angegebenen Mineralbildungen der bei dem Verwitterungsprocesce von Silicaten freigewordenen Silicate und Bicarbonate entstehen übrigens nur dann, wenn diese Auslaugungsproducte nicht mit anderen Silicaten in Berührung kommen, auf welche sie zersetzend einwirken können. Ist dieses letztere der Fall, dann treten ganz andere Erscheinungen und Producte, als die obengenannten, hervor; denn dannn wirkt

II. Der Metamorphosirungsprocess der Silicate.

Der Verwitterungsprocess der Silicate ist von der höchsten Bedeutung den Stoffwechsel im Haushalte der Natur; denn durch ihn werden nicht r diejenigen Stoffe, welche das Pflanzen- und Thierleben ins Leben rufen d am Leben erhalten, sondern auch diejenigen Agentien geschaffen, durch lche das starre, scheinbar für alle chemischen Angriffsmittel unzugänghe, Silicat im Innern des Erdenschoosses in neue Mineralarten umgewanit oder zerlegt wird. Rechnet man den Sauerstoff ab, — welcher auf

die Umwandlung eines Silicates in krystallisirte Mineralarten unter den gewöhnlichen Verhältnissen insofern ungünstig einwirken würde, als er das für eine krystallinische Silicat-Umwandlung nothwendige kieselsaure Eisenoxydul, in nicht krystallinisches Eisenoxyd verwandelt und darum bei dem Metamorphosirungsprocesse eisenhaltiger Silicate gar nicht einwirken darf —, rechnet man also diesen Hauptumwandlungsstoff ab, so sind es gerade die bei dem Verwitterungsprocesse entstehenden Bicarbonate und im kohlensauren Wasser gelösten Silicate und Fluoride der Alkalien- und alkalischen Erden, sowie des Eisenoxydules, welche theils durch ihre Kohlensäure theils aber auch durch ihre gelösten Salze selbst, die Natur derjenigen Silicate, mit denen sie in dauernde Berührung kommen, ganz allmählig und von Atom zu Atom schreitend, entweder von Aussen nach Innen oder umgekehrt von Innen nach Aussen so verändern, dass aus den vorhandenen Arten ganz neue entstehen, welche in der Regel weder in dem Körperbaue noch in den Eigenschaften ihren Muttermineralien noch ähnlich sehen. In der That, man würde diesen Process wenigstens in sehr vielen Fällen für zweifelhaft, wenn nicht gar für unglaublich halten, wenn man nicht hinlänglich Silicatkrystalle schon beobachtet hätte, welche erst theilweise, sei es äusserlich oder innerlich, und bei noch vorhandener Krystallform umgewandelt waren.

Im Allgemeinen nun lässt sich dieser Metamorphosirungsprocess durch folgendes Schema veranschaulichen:

Ein krystallinisches Silicat,
zu welchem die in kohlensaurem Wasser gelösten Auslaugungsproducte eines verwitternden Silicates gelangen, wird durch

Verlust von vorhandenen Bestandtheilen.	Aufnahme von neuen Bestandtheilen.	Verlust von vorhandenen und Aufnahme von neuen Bestandtheilen.	gleichzeitigen Umtausch von Bestandtheilen.

umgewandelt in

eine oder mehrere andere krystallinische Silicate, welche theils in den ihnen zustehenden Krystallformen, theils als Pseudomorphosen ihres Muttersilicates auftreten.	ein neues Silicat als Hauptumwandlungsproduct und mehrere nicht silicatische Mineralarten, welche aus den ausgeschiedenen Bestandtheilen des Muttersilicates entstehen und als Nebenumwandlungsproducte zu betrachten sind.

Mit Bezugnahme auf das eben aufgestellte Schema fragt es sich nun: Unter welchen äusseren Verhältnissen wird dieser Umwandlungsprocess eintreten? Sind alle Silicate gleich leicht umwandelbar? Durch welche Agentien werden die in vorstehendem Schema angegebenen Umwandlungsarten ausgeführt?

So weit bis jetzt die Erfahrung reicht, lassen sich im Allgemeinen ese vorliegenden Fragen in folgender Weise beantworten:

1) Was zunächst die äusseren Verhältnisse betrifft, unter denen licate metamorphosirt werden können, so lehrt die Erfahrung, ss nach allen Beobachtungen der Metamorphosirungsprocess nur dann in chter Weise vor sich gehen und zur Vollendung gelangen kann, wenn e Umwandlungsagentien dauernd und ohne Unterbrechung ıd in verdünnten Lösungen auf ein Silicat einwirken können.

Die Erscheinung, dass das Umwandlungsproduct eines Silicates häufig ch ganz in der Krystallgestalt eines Mutterminerales auftritt, kann nur durch hervorgebracht werden, dass die Umwandlung ganz allmählig ıd von Atom zu Atom vor sich geht. Soll aber dieses geschehen, so rfen die Umwandlungsagentien durch nichts in ihrem Handeln gestört rden; müssen also ihre Lösungen immer von gleicher Stärke und Beschaffenheit sein und ununterbrochen auf die von ihnen berührte Silicatasse einwirken können, muss aber auch die, ihre Angriffe unterstützende, emperatur sich immer gleichbleiben. Darin liegt der Grund, warum die etamorphosirung der Silicate nicht an der zu Tage stehenden Aussenche von Gesteinen stattfinden kann; denn an dieser würden die Umındlungsagentien theils durch das fortwährende Zufluthen der Atmosphäien bald verstärkt, bald geschwächt, theils durch die wechselnden emperaturen zur Verdunstung gereizt und so in ihrer Wirksamkeit gehwächt werden.

2) Wenn nun aber auch die äusseren Umstände günstig sind für die nleitung und Ausführung des Metamorphosirungsprocesses, so wird man ch bemerken, dass zwei dicht neben einander befindliche Silicate (— z. B. rthoklas und Turmalin —) nicht gleich leicht und gleich stark von den mwandlungsagentien angegriffen und metamorphosirt werden. Die Erhrung lehrt, wie schon in der allgemeinen Einleitung mitgetheilt worden t, in dieser Beziehung folgendes:

a. Bei gleicher chemischer Zumammensetzung werden die Krystalle,

α. welche dem hexagonalen (oder rhomboëdrischen), rhombischen oder monoklinischen Systeme angehören, leichter, als die dem tesseralen, tetragonalen oder triklinischen Systeme zustehenden;

β. welche ein sehr vollkommenes Blättergefüge besitzen, leichter und stärker], als die mit verstecktem oder unvollkommenem Blätterbruche versehenen angegriffen. Die Beobachtung einer grossen Zahl in der Umwandlung begriffener Silicate hat wenigstens gezeigt, dass ein Krystall um so vortheilhaftiger für seine Metamorphosirung gebaut ist, je vollkommener sein Blätterbruch nach einer bestimmten Richtung hin ausgebildet erscheint, und dass dann seine Umwandlung gewöhnlich in seinem Innern an den

Wänden seiner Blätterlagen beginnt und von da aus nach seinem Umfange hin vorwärts schreitet — (z. B. bei der Hornblende); — während an einem Krystalle mit undeutlichem oder unvollkommenem Blätterbruche die Umwandlung an seiner Aussenfläche beginnt und von Aussen nach Innen vordringt, wie man z. B. am Turmalin, Andalusit und Granat sehen kann.

b. Bei gleicher oder doch ähnlicher Krystallform werden die Silicate um so leichter angegriffen und metamorphosirt,
   α. je schwankender und complicirter ihre chemische Zusammensetzung, wie man am Granat, Turmalin, Amphibol, Pyroxen und Glimmer sehen kann;
   β. je mehr sie alkalische Basen besitzen und
   γ. je mehr unter diesen die Kalkerde hervortritt. Bei der Hornblende und dem Augit zeigt sich dies recht deutlich. (Im Uebrigen vergleiche §. 18 S. 32 u. §. 26.)

Unter den für die Gebirgskunde wichtigen Silicaten sind es hauptsächlich die Feldspathe, Turmaline, Hornblenden und Augite, welche die meisten Metamorphosen erleiden. Unter ihnen erscheint

der Orthoklas als die Mutter des Topases, Andalusites, (Nephelines, Leucites), und in manchen Fällen auch des Kali-Glimmers und Quarzes;

der Oligoklas, Labrador und Anorthit als die Mutter der zeolithischen Silicate, auch des Calcites und Aragonites;

der Turmalin und Granat als die Mutter des Kaliglimmers und Fluorites;

die Hornblende und der Augit als die Mutter des Magnesiaglimmers, Chlorites, Specksteines, Talkes, Olivins, Serpentins, Delessites, Eisenchlorites, aber auch in vielen Fällen des Calcites und Magnesiaeisenerzes.

(Das Nähere hierüber bei der Beschreibung der einzelnen Silicatarten.)

3) Die ebenerwähnten Umwandlungen werden nun nach dem oben angegebenen Schema dadurch hervorgebracht, dass aus einem gegebenen Silicate:

a. Bestandtheile ganz oder theilweise weggeführt werden und das so beraubte Silicat nichts weiter als Ersatz empfängt, als Wasser. Diese Hydratisirung wird wohl durch Kohlensäure haltiges Wasser allein ausgeführt. Sie findet namentlich bei der Umwandlung der Feldspathe in Zeolithe und der Amphibole in Chlorit, Talk und Speckstein statt.

b. Bestandtheile zugeführt werden, ohne welche zu verlieren. Dieser Prozess wird hauptsächlich durch die in kohlensaurem Wasser gelösten kieselsauren Alkalien ausgeführt. Auf diese Weise wird durch

zugetretenes kieselsaures Kali der Turmalin in Kaliglimmer umgewandelt.

c. vorhandene Bestandtheile genommen und neue gegeben werden. Dieser Prozess wird hauptsächlich dann stattfinden, wenn zu einem Silicate, welches leicht durch kohlensaures Wasser lösbare Bestandtheile hat, Lösungen treten, welche nur schwer lösliche kieselsaure Substanzen enthalten. In diesem Falle giebt das zutretende schwer lösliche Silicat sein kohlensaures Lösungswasser an den leicht löslichen Bestandtheil des angegriffenen Silicates ab, laugt ihn dadurch aus und tritt nun selbst an seine Stelle in dem Silicate. Am gewöhnlichsten möchte dieser Prozess dann eintreten, wenn in dem angreifenden kohlensauren Wasser Magnesia und in dem angegriffenen Silicate Kalkerde enthalten ist, es wird alsdann die Kalkerde als die leicht lösliche Substanz von dem kohlensauren Wasser ausgelaugt und an ihre Stelle die schwer lösliche Magnesia gesetzt. Dass hierdurch nun z. B. kalkhaltiger Augit in magnesiahaltige Hornblende umgewandelt wird, lehrt die Erfahrung.

d. Endlich können aber auch neue Bestandtheile zu dem Bestande eines Silicates hinzutreten und dann mit schon vorhandenen ihre umwandelnden Stoffe in der Weise tauschen, dass kein Bestandtheil verloren geht. Dies scheint unter anderem einzutreten, wenn Fluorüre, z. B. Fluorkalium, mit Thonerde reichen Silicaten in Verbindung kommen; es entsteht in diesem Falle einerseits Fluoraluminium und andererseits kieselsaures Kali. Sollte nicht vielleicht hierdurch mancher Turmalin in Kaliglimmer umgewandelt werden können?

§. 72. Gruppen und geologisch wichtige Arten der Silicate.

Die für die Zusammensetzung von Gebirgsarten wichtigen Silicate [la]ssen sich je nach ihrem Verhalten zu Säuren und je nach ihren Härte[gr]aden unter folgende Gruppen und Arten vertheilen.

A. Silicate, welche als feines Pulver in concentrirter [Sa]lzsäure (bei halbstündigem Kochen) nicht zersetzt werden [un]d beim Erhitzen im Glaskölbchen kein Wasser ausschwitzen.

I. Vom Feuersteine (oder Bergkrystalle) nicht ritzbare Silicate (Härte [al]so = 7—9).

I. Gruppe: Edelkiesel.

a. den Feuerstein ritzende: [ächte Edelkiesel]. [Härte = 7,5—9.] Zu ihnen gehören:

1) Topas (§. 73): Rhombische Säulen. — Härte = 8; spec. Gewicht = 3,5 - 3,6. Farblos, vorherrschend aber wein- bis honiggelb, durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. Mit Kobalt-

solution v. d, L. erhitzt blau werdend; mit Phosphorsalz im Glasrohre erhitzt das Glas ätzend (also Fluorreaction zeigend).

2) Beryll (§. 74): Hexagonale, meist senkrecht gestreifte Säulen. Härte = 7,5 — 8; spec. Gewicht = 2,67 — 7,76. Vorherrschend grün in verschiedenen Nüancen. Von Phosphorsalz ganz auflöslich ohne Hinterlassung eines Kieselskeletts.

3) Turmalin (§. 75): Rhomboëdrische, meist lange Säulen und Stangen, einzeln oder in Bündeln. Härte = 7 - 7,5; spec. Gewicht = 2,94 — 3,24. Vorherrschend sammetschwarz, aber auch braun, grün, blau oder roth; im Ritze weisslich. Durch Reiben oder Erwärmen polarisch-electrisch werdend. Mit Flussspath und schwefelsaurem Kali die Reaction auf Borsäure zeigend.

4) Granat und Dichroit (§. 76) (siehe unter I.b.).

5) Zirkon (§. 78): Quadratische Säule mit pyramidaler Zuspitzung; auch Körner. Härte = 7,5; spec. Gewicht = 4,1 — 4,7. Meist nelkenbraun, rothbraun bis blutroth; durchsichtig bis undurchsichtig. Vor dem Löthrohr unschmelzbar, aber sich entfärbend.

b) Vom Feuerstein nicht ritzbare, aber auch ihn nicht ritzende Edelkiesel (Härte = 7) [Halbedelkiesel]:

4) Granat (Pyrop, Almandin, Grossular etc.): Rhombendodekaëder und Körner. Härte = 6,5—7,5; spec. Gewicht = 3,4—4,3. Vorherrschend braun-, gelb- bis blutroth, auch gelbbraun, grün oder schwarz. Vor dem Löthrohr bald leicht, bald schwer zu einer meist schwarzen, magnetischen Kugel schmelzend.

6) Dichroit (Cordierit) (§. 79): Kurze rhombische, 6- bis 12seitige Säulen. Härte = 7—7,5; spec. Gewicht = 2,5—2,6. Vorherrschend blau ins Weissliche, Grauliche und Violette; glasglänzend, im Bruche aber fettig; durchsichtig bis durchscheinend. Vor dem Löthrohr nur schwer an den Kanten schmelzend. Mit Kobaltlösung erhitzt blau oder blaugrau werdend.

Turmalin: schwarz (vergl. I.a.3).

4b) Epidot (Pistazit) (§. 77 2.): Horizontale, monoklinische Säulen und stengelige oder körnige Aggregate. Härte = 6—7; spec. Gewicht = 3,2—3,5. Vorherrschend oel- oder gelbgrün. Vor dem Löthrohr zuerst schmelzend, dann zu einer braunen staudenförmigen Masse anschwellend.

II. Vom Feuerstein (oder Bergkrystall) ritzbare Silicate.

a. Das Glas ritzende, nicht vom Messer ritzbare. Am Stahle funkende. Härte = 6—6,5.

α. den Orthoklas ritzende; Härte = 6,5. — Hierher gehören noch manche Halbedelkiesel, so ausser manchem Granat (vergl. I.b.5) und Epidot (vergl. I.b.4b) namentlich:

4a) Idokras oder Vesuvian (§. 77 1.): Quadratische Säulen, welche oben und unten in eine quadratische Pyramide zugespitzt sind; auch körnige Aggregate. Härte = 6,5; spec. Gewicht = 3,34—3,45, Vorherrschend braun, oft ins oelgrüne; manchen Granaten ähnelnd. Vor dem Löthrohr leicht und unter Aufschäumen zu grünlichem oder bräunlichem Glase schmelzend. Von Salzsäure etwas angreifbar.

7) Olivin (Chrysolith) (§. 80): (In basaltischen Gesteinen) eingewachsene rhombische Prismen, Körner und körnige Aggregate. Härte = 6,5 - 7; spec. Gewicht = 3,3 — 3,5. Gelb- bis oelgrün, bisweilen auch bräunlich; glasglänzend. Vor dem Löthrohr meist unschmelzbar. Als Pulver durch Schwefelsäure leicht zersetzbar.

β. den Orthoklas nicht ritzende, aber auch nicht von ihm ritzbare, also Härte = 6. Als Pulver mit Kobaltsolution erhitzt blau werdend; bei der Verwitterung sich mit einer weissen oder ledergelben Thonrinde bedeckend (Aluminspathe).

II. Gruppe: Feldspathe (§. 81).

§. 1. Vor dem Löthrohre sehr schwer zu trübem Glase schmelzbar. Meist krystallinisch. Ihre Krystalle theils rhombische, theils rechteckige, theils 6seitige Säulen, welche häufig zu Zwillingen verwachsen und in Gesteinen eingewachsen sind, bei deren Zerschlagen sie aus der Gesteinsmasse als weisse, röthliche oder bräunliche □-, ▯-, ▭- oder ⬡-förmige Flächen hervortreten. Spec. Gewicht = 2,5—2,7. (Eigentliche Feldspathe.)

1) Orthoklas (Kalifeldspath) (§. 82): Monoklinische Säulen von den oben beschriebenen Formen; auch körnig, derb, dicht. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,53 — 2,58. Vorherrschend weiss ins Gelbliche oder Röthliche; auch fleischroth oder rothbraun, seltener farblos; glasglänzend, auf der basischen Spaltfläche perlmutterglänzend. Vor dem Löthrohr sehr schwer zu trübem, blasigen Glase schmelzend.

2) Sanidin (glasiger Feldspath) (§. 82): Krystalle und derbe Massen, wie beim Orthoklas. Spec, Gewicht = 2,56—2,60. Sehr leicht spaltbar. Oberfläche der Krystalle geritzt und an den frischen Bruchflächen wie gesprungenes Glas glänzend. Vorherrschend unrein weiss oder oder grau, auch bräunlich. Vor dem Löthrohr wie Orthoklas.

3) Albit (§. 83): Triklinische, dem Orthoklas ähnliche, Säulen; auch derb und in körnigen Aggregaten. Auf den Spalt-

flächen mit federähnlicher Zwillingsstreifung. Spec. Gewicht = 2,6—2,7. Vorherrschend weiss mit grünlichem Scheine; auf den Spaltflächen perlmutterglänzend. Vor dem Löthrohr die Flamme gelb färbend und schwer schmelzend.

3a) Andesin, dem Albit sehr ähnlich und nur durch den chemischen Bestand von ihm unterschieden.

3b) Periklin, ebenfalls ein naher Verwandter des Albites, welcher neben Natron Kali enthält, weiss ist und ein spec. Gewicht = 2,54—2,57 hat.

4) Oligoklas (§. 84): Triklinische, dem Albit ähnliche Säulen und Zwillinge; auch derb in körnigen Aggregaten. Spec. Gewicht = 2,64—2,68. Vorherrschend unrein graulich-, gelblich- oder grünlichweiss; auch braungrau oder graubraun. Aeusserlich meist matt, auf den Spaltflächen aber glasglänzend. Vor dem Löthrohre leichter als Orthoklas schmelzend.

5) Labrador (§. 85): Meist in derben, körnigen bis dichten Aggregaten, selten in triklinischen Säulen.

6) Anorthit (§. 86).
(Labrador und Anorthit sind durch Salzsäure zersetzbar und sind darum unter B.I. zu suchen.)

§. 2. Vor dem Löthrohr ziemlich leicht unter Anschwellen oder Aufschäumen zur glasigen Schlacke (Emaille) schmelzbar. — Nie krystallinisch; stets mehr oder weniger schlackig aussehend. Spec. Gewicht = 2,1—2,5. Oft Wasser ausschwitzend. (Verschlackte Feldspathe.)

1) Perlit (Perlstein) (§. 87): Derbe, aus lauter concentrisch schaligen runden Körnern zusammengesetzte Massen. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,25—2,38. Oft fast zusammengeschmolzenen Perlen ähnlich. Vorherrschend perlgrau ins Blauliche, Röthliche und Braune. Vor dem Löthrohr aufschwellend, ohne zu schmelzen. Im Kolben Wasser ausschwitzend.

2) Pechstein (§. 87): Derbe, oft pechähnliche Massen von dunkelgrüner oder brauner, rother oder schwarzer Farbe und ausgezeichnetem Wachsglanz. Härte = 5,5—6; spec. Gewicht = 2,2—2,3. Vor dem Löthrohr weiss und trübe werdend und dann ruhig zu weisser Emaille schmelzend. Im Kolben Wasser ausschwitzend.

3) Obsidian (§. 87): Derbe Massen, auch in Kugeln, Geröllen und Körnern von glasartigem Ansehen, mit vollkommen

muscheligem Bruche und äusserst scharfkantigen Bruchstücken. Härte = 6 – 7; spec. Gewicht = 2,41 – 2,57. Vorherrschend schwarz mit starkem Glasglanze (oft Bouteillenglas sehr ähnlich). Vor dem Löthrohr leicht unter Aufschäumen zu blasigem Glase schmelzbar.

4) Bimsstein (§ 87): Schaumig oder schwammig poröse, vorherrschend graue, schlackig oder glasig aussehende Obsidianmasse.

b. Das Glas nicht (oder nur schwer) ritzende, aber vom Feldspath stets ritzbare Silicate.

α. Vom Messer nicht (oder nur schwer) ritzbar. Härte = 5—5,5 (selten = 6); nicht oder nur wenig funkend. Spec. Gewicht = 3,2—3,4. Vorherrschend schwarz, schwarzbraun oder grün, bisweilen mit metallisch röthlichem oder bronzefarbigem Schimmer. — Als Pulver mit Kobaltsolution erhitzt blass rosenroth werdend.

V. Gruppe: Amphibolite (Pyroxenite). (§. 102.)

§. 1. Hornblenden oder Amphibole: Schiefe, 6seitige (monoklinische) Prismen mit 3flächiger Zuspitzung; auch strahlig-stängliche und faserige Aggregate; körnige Massen. Sehr vollkommen spaltbar in der Richtung der Prismenflächen. Vorherrschend schwarz oder grün; glasglänzend, auf den Spaltflächen sehr stark und fast perlmuttrig glänzend; meist undurchsichtig. Spec. Gewicht = 3,1 – 3,3. (§. 107.)

1a) Gemeine Hornblende (§. 108): Schwärzlich grün oder grünlich schwarz, undurchsichtig, theils in Krystallen, theils in Körnern und derben Massen. Das grobe Pulver zeigt sich auf einer Glasscheibe bei durchfallendem Lichte bräunlich. Vor dem Löthrohr unter Aufschwellen zu einem grünlichen oder schwarzen Glase schmelzend. — Meist Titan haltig.

1b) Basaltische Hornblende (§. 108): Sammet- bis braunschwarz; auf den Spaltflächen spiegelnd und stark glasglänzend; im Ritze bräunlich. Oft in grossen, breiten, sich blätternden, an den Kanten abgerundeten Krystallen, welche vorherrschend im Basalte eingewachsen erscheinen.

3) Strahlstein (Actinolith) (§. 109 2): Graulich-, gras- und dunkelgrün; in langen, meist strahlig mit einander verbundenen Stängeln und Fasern. Spec. Gewicht = 3,026—3,166.

1c) Uralit (§. 108): Schwarz. Krystallform des Augites und Spaltbarkeit, sowie chemische Zusammensetzung, der Hornblende; also Verwachsung der beiden genannten Amphibolite.

5) Asbest (nebst Amianth und Byssolith) (§. 109. 3): Haar-

faserige, seidenglänzende, grau- oder bräunlichweisse Aggregate, am meisten im Serpentin und Gabbro.

§. 2. Augite oder Pyroxene: Vorherrschend schiefe, breitgedrückte, sechs- bis achtseitige (monoklinische) Prismen mit zweiflächiger Zuschärfung an beiden Enden; meist kurz, aber auch langstängeliche, körnige und schalige Aggregate. Nicht vollkommen spaltbar in der Richtung der Prismenflächen. Vorherrschend schwarz oder grün. Auf den Spaltflächen stark glänzend. Vor dem Löthrohr meist ruhig zu einem bouteillengrünen oder schwarzen Glase schmelzend. Spec. Gewicht = 3,2—3,5. (§. 103.)

1) Gemeiner Augit (§. 104): Vorherrschend rabenschwarz, auch dunkelgrün, theils in Krystallen, theils in Körnern und derben Massen. Das mit Wasser geschlämmte grobe Pulver erscheint auf der Glastafel bei durchfallendem Lichte grünlich. — Nie Titan haltig,

2) Diopsid (§. 104c): Vorherrschend lauchgrün, aber auch grünlichweiss, durchsichtig und durchscheinend; in schönen Krystallen und breitstängelichen Aggregaten. Härte = 6. Vor dem Löthrohr zu weisslichem Glase schmelzend.

§. 3. Hyperite. Schwarz, schimmelgrün, auch grasgrün, braun, vorherrschend mit metallischem (kupfer- oder tombackfarbigem) Schimmer auf den vollkommenen Spaltflächen; undurchsichtig oder durschscheinend. Häufig dem Magnesiaglimmer ähnlich, aber härter. Vorherrschend derbe Massen mit körnig blättrigem Gefüge; sehr gut in dünne Blätter spaltbar. Härte = 4—6; spec. Gewicht = 3,2—3,4. Vor dem Löthrohr ziemlich leicht schmelzbar. (§. 103.)

1) Enstatit (§. 104): Grünlich, gelblich, tombackbraun, mit starkem, fast halbmetallischem, Perlmutterglanz auf den frischen Spaltflächen und weissem Ritzpulver. Härte = 3 bis 3,5 (also nicht so hart als die beiden folgenden); spec. Gewicht = 3—3,2. Vor dem Löthrohr fast unschmelzbar.

2) Hypersthen (§. 105): Schwarz oder tombackbraun mit kupferrothem Schimmer auf den frischen Spaltflächen und grünlichgrauem Ritzpulver. Härte = 6 (also härter als Hornblende und Augit); spec. Gewicht = 3,3—3,4. Vor dem Löthrohr ein grünlichschwarzes, meist magnetisches Glas.

3) Diallag (§. 106): Grau-, schimmel-, bräunlichgrün, auch tombackbraun; metallisch perlmutterglänzend. Sehr gut spaltbar in — oft wellig gebogene — Blätter und dadurch dem Glimmer ähnlich. Härte = 4 (also von der Hornblende

ritzbar). — Spec. Gewicht = 3,3 - 3,3. — Ritzpulver weiss. Vor dem Löthrohr zu graulich-grünlicher Emaille schmelzend.

3a) Smaragdit: grasgrün. Mit Granat im Eklogit.

β. Vom Messer leicht, oft sogar vom Fingernagel ritzbare oder zerreibliche Silicate. — Härte also = 1—3. — Spec. Gewicht = 2,6—3. — Blättrige oder schuppige (oder auch erdig-schuppige) Aggregate; auch rhombische oder hexagonale Tafeln, welche sich nach einer Richtung hin in dünne, durchsichtige bis durchscheinende, biegsame Blättchen spalten lassen. Milde; fettig oder kalt anzufühlen; auf den frischen Flächen meist mit halbmetallischem Perlmutterglanz. — Einige in concentrirter Schwefelsäure zersetzbar und die ausgeschiedene Kieselsäure als Blättchen absetzend.

VI. Gruppe: Glimmer (Phengite). (§. 111.)

§. 1. Kalt anzufühlende, in dünnen Blättchen elastisch biegsame, vorherrschend silberweisse, messinggelbe, kupferrothe, bräunlich-eisenschwarze Silicate (Härte = 2—3): Wasserlose [Eigentliche Glimmer].

1) Kaliglimmer (§. 112): Vorherrschend silberweiss, auch bleigrau, grünlich; bei der Verwitterung messinggelb (oder kupferroth) werdend. — Schiefe rhombische oder ungleich sechsseitige Tafeln oder Säulen mit schiefangesetzten Randflächen; Blätter; Schuppen; auch blättrige oder schuppige Aggregate. — Spec. Gewicht = 2,8 - 3,1; Härte = 2—3 — Vor dem Löthrohr undurchsichtig werdend und zu weisser Emaille schmelzend.

1a) Lithionglimmer: Vorherrschend rosen- oder pfirsichblüthroth. Vor dem Löthrohre sehr leicht zu Glas schmelzend und dabei — zumal bei Zusatz von etwas schwefelsaurem Kali — die Flamme carminroth färbend.

1b) Damourit: Gelblich - silberweiss, perlmutterglänzend. Feinblättrige Aggregate. — Härte = 1,5. — Muttergestein des Staurolithes und Cyanites.

2) Magnesiaglimmmer (§. 113): Vorherrschend braun, grau oder eisenschwarz; bei der Verwitterung zuerst ockergelb, dann rothbraun. Vor dem Löthrohr meist schwer schmelzbar zu schwarzgrauem Glase. (Vergl. unter B. I. b., da er in Schwefelsäure zersetzbar ist.)

§. 2. Fettig anzufühlende, in dünnen Blättchen (nicht elastisch) biegsame; vorherrschend bläulich- bis schwärzlichgrüne, **auch**

grünlichweisse. — Vom Fingernagel ritzbare, also Härte = 1—2. Zum Theil wasserhaltige [Chlorite].

3) Chlorit: Lauch- bis schwärzlichgrün. — Härte = 1—1,5.
4) Delessit: Gelb bis schwärzlichgrün. — Härte = 2—2,5.

(3 und 4: vgl. unter B. I. b.)

5) Talk (§. 117): Vorherrschend grünlich oder gelblichweiss, auch apfelgrün; perlmutterglänzend. Sehr fettig anzufühlen; sehr mild. — Härte = 1; spec. Gewicht = 2,56—2,75. — Meist in derben, krummschaligen oder schieferigen Aggregaten. — Vor dem Löthrohr sehr stark leuchtend, sich blätternd und dann sehr hart (Härte = 6—7) werdend.

5a) Speckstein (Steatit) (§. 118): Derbe, nierenförmige, knollige, auch in Pseudomorphosen nach anderen Mineralien auftretende, Masse von unrein weisser, grauer, grünlicher oder gelber Farbe; matt und nur im Ritze schimmernd. Sehr fett sich anfühlend und gut schneidbar.

B. Silicate, welche als feines Pulver in concentrirter Salz- oder Schwefelsäure beim Erhitzen sich zersetzen lassen, in der Regel unter Abscheidung von gelatinöser, schleimiger pulveriger oder schuppiger Kieselsäure.

I. Im Glaskölbchen erhitzt kein Wasser ausschwitzend.

a. Vom Feuerstein ritzbar aber nicht vom Messer. Härte = 5,5—6,5.

α. Härte = 6,5, also überfeldspathhart. — Gelbgrün, glasglänzend. Vergl. unter A. II. a. α. 7. den Olivin.

β. Härte = 5,5—6, also feldspathhart. — Farblos, grau bis weiss. — Mit Kobaltsolution erhitzt blau werdend.

§. 1. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,6—2,7. — Zur Gruppe der Feldspathe gehörig:

1) Labrador: Vorherrschend körnige oder dichte Aggregate und Körner; selten eingewachsene triklinische Tafelkrystalle von meist grauer oder graugrünlicher Farbe; häufig matt, bisweilen aber auch mit schönem Farbenspiele. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,68—2,70. — Vor dem Löthrohr ziemlich leicht zu farblosem Glase schmelzend. — Durch concentrirte Salzsäure vollständig zersetzbar unter Abscheidung von Kieselschleim.

2) Anorthit: Triklinische, dem Albit sehr ähnliche, flächenreiche Tafeln mit vollkommener Spaltbarkeit in der Richtung der Tafelflächen; auch Körner. Farblos oder weiss; mit starkem Perlmutterglanz auf den Spaltflächen; durchsichtig bis durchscheinend. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,67 2,76.

Vor dem Löthrohr ziemlich schwer zu klarem Glase schmelzbar. — In concentrirter Salzsäure — oft unter Aufbrausen — vollständig auflösbar, ohne Kieselsäure abzuscheiden. — (In Melaphyren.)

. 2. Härte = 5,5 - 6 (also meist unterfeldspathhart); spec. Gewicht = 2,45—2,64. — Grau, weiss ins Grauliche, Grünliche und Blauliche. — Im Bruche fettig, äusserlich aber glasglänzend. -- Hexagonale oder tesserale Gestalten.

III. Gruppe: Leucite. (§. 88.)

1) Leucit (§. 89): Eingewachsene und ganz ausgebildete Ikositetraëder und Körner von weisslicher Farbe; halbdurchsichtig bis nur an den Kanten durchscheinend. — Spec. Gewicht = 2,45—2,5. Vor dem Löthrohr für sich unveränderlich. — In Salzsäure zersetzbar unter Abscheidung von Kieselpulver. Im verwitterten Zustande Wasser ausschwitzend.

2) Nephelin (§. 90): Kleine, hexagonale, meist eingewachsene, Säulchen oder derbe, körnige Aggregate. Spec. Gewicht = 2,58—2,64. — Farblos und weiss, stark durchscheinend. Vor dem Löthrohr schwer zu blasigem Glase schmelzend. Durch Salzsäure Kieselgallerte ausscheidend und löslich.

2a) Eläolith: Körnig und derb, grünlich, bräunlich, röthlich; undurchsichtig. — Vor dem Löthrohr ziemlich leicht zu blasigem Glase schmelzend.

Vom Feuerstein und auch vom Messer ritzbar. Härte = 2,5—3. — Hierher gehört aus der Gruppe der Glimmerarten:

Magnesiaglimmer: Hexagonale Tafeln, Blätter, Schuppen und blättrige Aggregate von vorherrschend eisenschwarzer, brauner und grauer Farbe und metallartigem Perlmutterglanze. Spec. Gew. = 2,85—3,1. — Vor dem Löthrohr meist zu schwarzgrauem (oft magnetischem) Glase schmelzbar. — Bei der Verwitterung zuerst ockergelb, dann rothbraun.

n Glaskölbchen erhitzt Wasser ausschwitzend.

Vom Fingernagel ritzbar, also Härte = 1—2,5.

ı. Vorherrschend von gelb- bis schwarzgrüner Farbe. — Von kochender Salzsäure mit grünlich-gelber Farbe zersetzbar. Blättrige, schuppige bis erdige Aggregate, welche oft Ueberzüge auf, oder auch Pseudomorphosen nach anderen Mineralien bilden und zur Gruppe der Glimmerarten gehören; hierher:

1) Chlorid (§. 114): Vorherrschend derbe, blättrige, schuppige und schiefrige Aggregate, oft als Ueberzug auf anderen Mineralien; in dünnen Blättchen biegsam, aber nicht elastisch. Häufig dem Glimmer ähnlich. — Härte = 1—1,5; spec. Gewicht = 2,78—2,9.

Fettig anzufühlen. – Unrein grün in verschiedenen Nüancen mit graugrünem Ritze; perlmutterglänzend; in dünnen Blättchen durchsichtig. Vor dem Löthrohr sehr schwer schmelzbar. Nur in concentrirter Schwefelsäure gut zersetzbar.

2) Delessit (§. 115): Kleinschuppige (erdigschuppige) oder zartfaserige Aggregate, welche häufig die Mandelräume der Melaphyre ausfüllen. — Härte = 2—2,5; spec. Gewicht = 2,89. Wenig fettig anzufühlen. – Gelb- bis schwarzgrün, als Pulver hellgraugrün. – Vor dem Löthrohr sehr schwer und nur an den Kanten schmelzend. In concentrirter Salzsäure leicht und unter Ausscheidung von flockiger Kieselsäure löslich.

3) Seladonit (Grünerde z. Th.): Derb; erdige Aggregate. – Härte = 1—2; spec. Gewicht = 2,8 – 2,9. Etwas fettig anzufühlen und etwas an der Zunge klebend. Oel-, blau- bis schwarzgrün. Vor dem Löthrohr zu schwarzem, magnetischem Glase schmelzend. Durch kochende Salzsäure erst gelb werdend, dann sich unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure lösend.

3a) Glaukonit: Kleine Körnchen und Knöllchen, auch lockere, sandähnliche Aggregate, welche eine blaugrüne Farbe und ein spec. Gewicht = 2,29 – 2,35 haben und in den Mergeln, Thonen, Sand- und Kalksteinen namentlich der Kreidegruppe eingewachsen erscheinen.

bb. Schon mit dem weichen Finger zerreiblich, weiss, gelb, braun, roth. Vergl. unter dem Zusatz 1: Thone. (S. 495.)

b. Vom Fingernagel nicht ritzbare; Härte also wenigstens = 3.

α. Vom Messer leicht ritz- und schabbare. — Härte = 3—3,5. – Derbe, dichte bis körnige Massen von gelb-, lauch- bis schwarzgrüner Farbe und wenigem oder gar keinem Glanze; undurchsichtig. Im Kolben sich schwärzend; vor dem Löthrohr aber weiss und dann mit Kobaltsolution blassroth werdend, ohne zu schmelzen Durch Schwefelsäure leicht zersetzbar.

VII. Gruppe: Serpentine. (§. 116.)

Hierher: Serpentin: Vorherrschend dichte oder undeutlich faserige Aggregate oder auch Pseudomorphosen, von stets unrein grüner Färbung. Spec. Gewicht = 2,5—2,7. — Etwas fettig anzufühlen. — Im Ritze weisslich.

β. Vom Messer wenig oder nicht ritzbare. Härte = 4—5,5. Krystalle oder faserige, stengelige, blättrige Aggregate; derb; Knollen, Nieren, Mandeln, Kugeln, Drusen. Weiss, oft ins Gelbe und Röthliche; glas-, im Bruche aber seidenglänzend. — Beim Erhitzen mit Kobaltsolution blau werdend. — Vor dem Löthrohr mehr oder minder leicht unter Aufblähen oder Aufschäumen zu Emaille oder

blasigem Glase schmelzend und dabei häufig sich blätternd oder wurmförmig hin und her windend.

IV. Gruppe: Zeolithe. (§. 91.)

Unter ihren zahlreichen, zum Theil noch nicht sichergestellten Arten, sind hier nur folgende zu erwähnen:

1. Strahlfaserzeolithe (Mesotype): Kugeln, Mandeln oder Drusen mit strahlig-faseriger Zusammensetzung. Ihre Krystalle rhombische oder monoklinische Prismen. — Härte = 5 - 5,5; spec. Gewicht = 2,2 - 2,3. Bilden mit Salzsäure Kieselgallerte
   1) Skolezit (§. 93): Kugeln und Mandeln von radialstengeligem und faserigem Gefüge; seltener monoklinische (Zwillings-) Säulen mit pyramidaler Zuspitzung. Spec. Gewicht = 2,20—2,39. — Meist weiss und seidenglänzend. — Vor dem Löthrohr sich wurmförmig hin und herwindend und zu blasigem Glase schmelzend.
   2) Thomsonit (§. 94): Gewöhnlich Drusen von kleinen rhombischen (achtseitigen) Prismen oder fächer-, büschel- oder garbenförmige Gruppen. — Spec. Gewicht = 2,35—2,38. Weiss; perlmutterglänzend; halbdurchscheinend. Vor dem Löthrohre sich aufblähend, trüb werdend und schwer zu weisser Emaille schmelzend.
   3) Natrolith (Mesotyp) (§. 95): Vorherrschend nieren- oder plattenförmige Aggregate mit strahlig feinfaserigem, oft sogar fast dicht erscheinendem, Gefüge; seltener dünne rhombische Prismen mit pyramidaler Zuspitzung. Gewicht = 2,17—2,26. Graulichweiss oder ockergelb mit weisser concentrischer Streifung. Vor dem Löthrohr trüb werdend und dann ruhig und ohne Aufwallen zu klarem Glase schmelzend. Oxalsäure löst ihn vollständig auf.

2. Strahlblätterzeolithe: Vorherrschend Kugeln oder Krystallbündel, welche aus strahlig-auseinanderlaufenden Blättertafeln bestehen, so dass sie fast fächer- oder garbenförmige Aggregate bilden. — Härte 3,5— 5; spec. Gewicht 2,1—2,2. Bilden mit Salzsäure Kieselschleimpulver und blähen sich vor dem Löthrohr auf.
   4) Desmin (§. 96): Rhombische tafelförmige Prismen. Vor dem Löthrohr schwer zu blasigem Glase schmelzend. Sonst wie Stilbit.
   5) Stilbit (§. 97): Monoklinische Tafeln. Spec. Gewicht = 2,1—2,2. Farblos, weiss, oft auch roth oder gelbbraun; glas- bis perlmutterglänzend; durch- bis undurchsichtig. — Vor

dem Löthrohr sich stark aufblätternd, wurmförmig bl
und zu weisser Emaille schmelzend.

§. 3. Säulenzeolithe: Monoklinische, meist zu Drusen ver
Säulen und körnig-stengelige Aggregate. Härte = 3
spec. Gewicht = 2,2 - 2,3. Bilden mit Kieselsäure Kieselg
und vor dem Löthrohr unter Aufschwellen weisse Emaille.

6) Laumontit: Unrein weiss ins Gelbliche und Röt
durch- bis undurchsichtig; beim Erhitzen undurchsichtig
dend, ebenso beim Liegen an der Luft.

§. 4. Würfelzeolithe: Rhomboëdrische und tesserale Kr
welche meist in Drusen auf Blasenräumen und Klüften jü
vulcanischer Felsarten auftreten. — Härte = 4—4,5;
Gewicht = 2,07 - 2,28. — Mit Salzsäure Kieselschleim
bildend.

7) Analcim (§. 99): Meist Ikositetraëder oder körnige A
gate. — Härte = 5,5; spec. Gewicht = 2,1 - 2,4. F
oder weiss; glasglänzend; durchsichtig bis undurchsicht
Vor dem Löthrohr ruhig zu klarem Glase schmelzend.

8) Chabasit (§. 98): Rhomboëder, welche sich den W
nähern. — Härte = 4 - 4,5; spec. Gewicht = 2,07 -
Farblos oder weiss; glasglänzend; durchsichtig bis
scheinend. Vor dem Löthrohr anschwellend und zu
blasiger Emaille schmelzend.

§. 5. Kreuzzeolithe: Rhombische (oder tetragonale?) Prisme
ren Zwillinge oder Vierlinge ein Kreuz darstellen. — Hä
4,5; spec. Gewicht = 2,15 - 2,5. Farblos, meist aber gr
weiss ins Gelbliche und Röthliche; durchsichtig bis un
sichtig.

9) Phillipsit (§. 100): Meist Durchkreuzungszwillinge.
Gewicht = 2,15 - 2,2. — Vor dem Löthrohr sich w
des Schmelzens aufblähend. — Mit Salzsäure Kieselg
gebend.

10) Harmotom: Meist Vierlingskreuze. — Spec. Gewi
2,39 - 2,5. Vor dem Löthrohr ruhig, aber schwer zu l
schmelzend. Mit Salzsäure Kieselschleimpulver gebend

§. 6. Pyramidenzeolithe: Octaëder und tetragonale oder
gonale, (bisweilen abgestumpfte), Pyramiden, welche gew
Drusen bilden, Härte = 4,5 - 5,5; spec. Gewicht = 2
Vor dem Löthrohr sich aufblähend und zu weisser Emaille s
zend. Mit Salzsäure Gallerte (oder Schleim) bildend.

11) Gismondin: Kleine, halbkugelige, tetragonale Py
Härte = 5; spec. Gewicht = 2,265. Graulichweis bis r

grau; halbdurchsichtig bis durchscheinend. Schmilzt unter Leuchten zu weisser Emaille.

12) Gmelinit: Hexagonale, abgestumpfte Pyramiden. Härte = 4,5; spec. Gewicht = 2 2,1. Gelblich- nnd röthlichweiss, auch fleischroth; glasglänzend; wenig durchscheinend. Vor dem Löthrohr zu kleinblasiger Emaille schmelzend.

13) Faujasit: Kleine octaedrische Krystalle. Härte = 5—6; spec. Gewicht = 1,923. Weiss bis bräunlich; stark glasglänzend; durchsichtig. Sonst wie voriger.

Anhang: 14) Apophyllit: Vorherrschend tetragonale Pyramiden in Drusen. — Härte = 4,5- 5; spec. Gewicht = 2;3—2,4. — Farblos; gelblich-, röthlich-, graulichweiss, auch rosenroth; glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend. — Von Salzsäure leicht zersetzbar unter Anwendung von Kieselschleim.

Zusatz 1 zu B. II. bb.:

). Schon mit dem blossen Fingernagel zerreiblich. Vorherrschend weiss, grau- bis ockergelb, rothbraun, auch schwarz. Im wasserfeuchten Zustande knet- und formbar; im trockenen Zustande fest, mager anzufühlen. Derb; erdig. Beim Anhauchen einen dumpfen, fast ammoniakalischen Geruch von sich gebend. — Vor dem Löthrohr meist unschmelzbar; mit Kobaltsolution erhitzt blau werdend. In kochender Schwefelsäure zersetzbar, in Salzsäure aber fast nicht.

VIII. Gruppe: Thone.

1) Kaolin: Weiss, matt, undurchsichtig. Mager anzufühlen. Spec. Gewicht = 2,2—2,3. -- Wenig oder nicht an der Zunge oder feuchten Lippe klebend; auch nur kaum merklich beim Anhauchen dumpf riechend. Vor dem Löthrohr nicht schmelzbar.

2) Thon: Unrein weiss, ockergelb, rothbraun, matt. Mager anzufühlen. -- Stark an der feuchten Lippe klebend; beim Anhauchen dumpf ammoniakalisch riechend. Vor dem Löthrohr mehr oder weniger verglasend. Hierher:

a. Gemeiner Thon: Am Fingernagel sich stark glättend; im feuchten Zustande zwischen den Fingern in papierdünne Blättchen breitdrückbar und in dünne Stengel auswalzbar.

b. Lehm: Am Fingernagel sich wenig glättend; im feuchten Zustande nicht in dünne Blättchen drückbar und auch nur wenig auswalzbar.

3) Walkerthon: Vorherrschend graulich. Nicht an der Lippe klebend. Fettig anzufühlen. Nicht plastisch knetbar.

Nähere Beschreibung der einzelnen Silicatarten.

I. Gruppe: Edelkiesel.

Allgemeiner Charakter: Krystallisirte, farblose oder gefärbte; stark glänzende; durchsichtige oder undurchsichtige, Silicate, welche in frischem, rein auskrystallisirten, Zustande den Bergkrystall ritzen oder doch mit ihm auf gleicher Härtestufe stehen (Härte also = 7 – 8), sein spec. Gewicht = 2,6 – 4,7 haben und in Säuren unlöslich sind.

§. 73. 1. Topas.

§. 73a. Gestalt und Eigenschaften: Rhombische, vertical gestreifte Prismen, mit verschiedenen pyramidalen Zuspitzungen an beiden Enden (Fig. 6.); ein- oder aufgewachsen; auch in Drusen und stengeligen Aggregaten; endlich in derben Massen und als Gerölle. Sehr vollkommen spaltbar in der Richtung der Basis; Bruch muschelig, splittrig bis uneben. — Härte = 8; spec. Gewicht = 3,52 – 357. – Farblos, gewöhnlich aber weingelb, seltener roth, grün oder blau; glasglänzend; durchsichtig bis fast undurchsichtig; im Ritze weiss. — Stark polarisch electrisch.

§. 73b. Chemisches Verhalten: In der Schmelzhitze verliert der Topas 23 – 24 pCt. Fluorkiesel, wobei Thonerdesilicat zurückbleibt. Wird sein Pulver mit — vorhergeschmolzenen und dann pulverisirten — Phosphorsalz in einer offenen Glasröhre stark mit dem Löthrohr erhitzt, so wird das Glas von entweichender Flusssäure angeätzt und matt, während sich zugleich ein Ring von Kieselsäure absetzt und ein in die Röhre gehaltenes Fernambukpapier strohgelb wird. (Beste Fluorreaction.) Mit Schwefelsäure erwärmt, entwickelt sein Pulver ebenfalls Flusssäure, welche das Glas anätzt. — Vor dem Löthrohr ist er für sich unschmelzbar, höchstens die Farbe verändernd, wie dies namentlich bei dem honiggelben brasilianischen Topas, welcher in Asche geglüht weinroth wird, bemerkt worden ist. In einer schmelzenden Phosphorsalzperle löst er sich aber unter Hinterlassung eines Kieselscelettes auf. Mit Kobaltlösung erhitzt wird er blau.

§. 73c. Chemischer Bestand: Nach Rammelberg's Untersuchungen (vergl. Handbuch der Mineralchemie S. 565 ff.) ist der Topas drittelkieselsaure Thonerde in isomorpher Mischung mit Kieselfluoraluminium und besteht hiernach aus 35,19 Kieselsäure, 56,24 Thonerde und 17,33 Fluor, welche Zusammensetzung der Formel $5\ Al^2O^3SiO^2 + (Al^2Fl^3 + SiFl^2)$ entspräche.

§. 73d. Abarten: Je nach Färbung, Durchsichtigkeit und Glanz unterscheidet man edle Topase und gemeine. — Die ersteren erscheinen farblos und so stark glasglänzend, dass man sie mit dem Diamant ver-

wechseln könnte, (z. B. vom Ilmengebirge), theils honiggelb ins bläuliche und röthliche (so namentlich die brasilianischen), theils blass weingelb (so vorzüglich die sächsischen), theils gewässert grünlich (so die sibirischen vom Mursinsk bei Katharinenberg). Die gemeinen Topase dagegen, welche man als Pyrophysalith unterschieden hat, sind graulich-, grünlich- oder gelblichweiss, durchscheinend bis undurchsichtig und meist nur noch auf den Spaltflächen glänzend. In derben Massen oft dem Orthoklas oder Oligoklas ähnlich (z. B. gangförmig im Gneisse von Finbo bei Fahlun in Schweden).

Als eine besondere, durch Körperform und chemischen Gehalt unterscheidbare Abart des Topases ist zu betrachten: der Pyknit oder schörlartige Beryll Werners. Er bildet derbe, parallstengelige Aggregate von grünlich-, weisslich- oder strohgelber Farbe, geringem Glasglanz und nur an den Kanten hervortretender Durchscheinigkeit. Sein Gew. ist = 3,49 — 3,5. Vom Topas ist er unterschieden dadurch, dass er 1 Atom Thonerde (= 52,08 Al^2O^3) weniger und einen grösseren Fluorgehalt (= 18,5 Fl.) besitzt. Sollte er vielleicht aus dem Topase hervorgehen? — Er findet sich hauptsächlich in Verbindung mit grauem Glimmer auf den Zinnerzgängen im Gneisse bei Zinnwalde in Böhmen und bei Altenberg in Sachsen.

§. 73e. Vorkommen, Associationen, Umwandlungen und geologische Bedeutung. — Der Topas ist ein Bewohner der Quarz- und Kaliglimmer haltigen krystallinischen Felsarten, namentlich des Granites und Gneisses. Mit seinem Auftreten in diesen Gesteinen ist jedoch sehr häufig einerseits eine Abnahme des Feldspathes (Orthoklases) und auch des Glimmers, und andererseits ein Auftreten von Kaolin, — selbst in Pseudomorphosen noch Feldspath — und Flussspath zu bemerken. Man hat daraus gefolgert, dass der Topas ein Product aus der gleichzeitigen Zersetzung des Orthoklases und des Glimmers sei, welches dann entstehe, wenn das bei der Zersetzung des Glimmers frei werdende Fluorkalium auf das durch Zersetzung des Orthoklases frei werdende Kaolin einwirkte, „wodurch eine Verbindung von basischem Fluoraluminium mit kieselsaurer Thonerde d. i. Topas sich bilde". (Vgl. Bischof chem. Geol. Bd. I. S. 503.) Unwahrscheinlich ist diese Entstehungsweise nicht, da man den Topas, wie schon gesagt, nicht nur am meisten in feldspath- und glimmerarmen Graniten, sondern auch gradezu inmitten von Kaolin und zersetztem Granite (— z. B. in Schottland an den Avonbergen) oder von Verwitterungsthon umgeben in Drusenräumen des Granites (z. B. auf dem Ilmengebirge) antrifft; ausserdem unter anderem im Inneren eines brasilianischen Topases (nach Brewster) eine weisserdige Masse gefunden hat, welche nach Berzelius einem Zeolithe gleicht, aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Wasser besteht und vielleicht der Ueberrest eines zeolithischen Minerals ist, welches sich von Aussen nach Innen hin in einen Topas umge-

wandelt hat; endlich aber auch nach Blum (Pseudomorph. S. 66.) den Topas in Steinmark (Kaolin) umgewandelt findet. Diese letztgenannte Umwandlung des Topas ist gar nicht selten; man trifft sogar noch Krystalle dieses Minerales, welche äusserlich von einer Kaolinrinde umschlossen sind und innerlich noch einen frischen Topaskern enthalten. Wenn man nun sieht, wie sowohl in der nächsten Umgebung dieser in Zersetzung begriffenen Krystalle, wie auch in der sie umgebenden Kaolinmasse selbst sehr häufig, vielleicht immer, Flussspathkrystalle auftreten, so kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass sowohl jener Kaolin, wie dieser Flussspath aus der Zersetzung des Topases hervorgegangen ist, vielleicht dadurch, dass in kohlensaurem Wasser gelöste kieselsaure Kalkerde auf das Kieselfluoraluminium einwirkte und diesem sein Fluor nahm, dafür aber seine Kieselsäure abtrat. Der grössere Gehalt an Kieselsäure im Kaolin scheint dieser Annahme nicht zu widersprechen.

Nach dem eben Angedeuteten tritt der Topas in zweierlei Associationsverhältnissen auf, nämlich:

im Verbande

einerseits mit seinen muthmasslichen Muttermineralien, also namentlich mit Feldspath und Glimmer oder Turmalin.	andererseits mit den Zersetzungsproducten dieser Muttermineralien, also mit Quarz, Kaolin, Flussspath (und Zinnerz).

Am meisten trifft man ihn in der Gesellschaft des Quarzes, auf Drusenräumen namentlich mit rauchbraunem Bergkrystall oder Rauchtopas; ja man findet ihn dann sogar theils im Innern von Bergkrystallen, theils als Umhüllungsmasse von diesen letzteren. So besitzt nach Hausmann (Min. Bd. 2. S. 886. Anm.) die Sammlung des Bergcorps zu Petersburg einen sibirischen Topas, welcher 31 Pfund 74 Zolotnik wiegt und einen Rauchtopas umschliesst. — Ausserdem erscheinen als treue Begleiter des Topases fluorhaltige Mineralien, namentlich Lithionglimmer, Turmalin und Flussspath. Sehr häufig gesellt sich dann zu diesen Associationen noch Kaolin oder Steinmark; ja man kann sagen, dass in den meisten Fällen das letztgenannte Mineral in buntem Gemenge mit Quarz und Flussspath die Grundmasse bildet, in welcher die übrigen Gefährten des Topases, Turmalin und Lithionglimmer nebst Beryll und Zinnerz eingebettet liegen. Ganz vorzüglich bemerkt man dies auf den Topas führenden Drusenräumen, so namentlich auf den Zinnerzlagerstätten Sachsens, Böhmens und Cornwalls. Aber auch selbst in dem sogenannten Topasfels des Schneckensteines bei Auerbach in Sachsen, dessen Felsart als ein körnigschiefriges Gemenge von Quarz, Turmalin und Topas angegeben wird, tritt dieses eigenthümliche Associationsverhältniss hervor; denn an denjenigen Bruchstücken dieses Gesteines wenigstens, welche mir vorliegen, bildet der Topas in Gemeinschaft mit Quarz und

Kaolin die Grundmasse, in welcher der Turmalin eingebettet liegt. Im Ilmengebirge findet man nach G. Rose (Reise Bd. II. S. 82) sogar im Innern von Topaskrystallen Turmaline eingewachsen. — Endlich erscheint der Topas auch noch bei Roczena in Mähren eingewachsen in einer schuppigkörnigen Steinmasse, welche nach meinen Untersuchungen aus halbzersetzten Glimmer und Thon besteht. — Sollten alle diese Associationsverhältnisse nicht für die Ansicht Bischofs sprechen, dass der Topas ein Umwandlungsproduct des Orthoklases — entstanden aus der gegenseitigen Einwirkung der durch gleichzeitige Zersetzung von Feldspath und Glimmer (oder auch von Turmalin) freigewordenen Umwandlungsagentien — sei? — Als Felsbildungsmittel ist der Topas, wenn man von dem obengenannten, an sich unbedeutenden Topasfels absieht, von keiner Bedeutung.

Interessante Vorkommnisse. Die schönsten Topase hat man bis jetzt in Brasilien, (namentlich in Minas Geraes, Capao bei Villa ricca und Minas Novas), und Sibirien (vorzüglich zu Alabascka bei Mursinsk, im Ilmengebirge und bei Adun Tschilon in Ost-Sibirien [daselbst in Verwachsung mit Beryll und Quarz]) gefunden. Von besonderem Interesse erscheinen aber auch die Topase von Finbo bei Fahlun in Schweden, von Cairngorn in Schottland und den Mournebergen in Irland, vom Schneckenstein, Ehrenfriedersdorf, Attenberg und Penig in Sachsen. Am Flusse Urulga in Transbaikalien hat man fusslange Krystalle gefunden.

---

§. 74. 2) Beryll.

(Synom. Smaragd; orientalischer Aquamarin z. Th.)

a. Gestalt und Eigenschaften. Hexagonale, meist senkrecht gestreifte, Säulen, welche sehr häufig an ihren Endkanten durch Flächen der 6seitigen Pyramide abgestumpft sind und einzeln ein- oder aufgewachsen oder auch zu Drusen verbunden erscheinen, oder auch stengelige Aggregate. In der Richtung ihrer Basis ziemlich vollkommen spaltbar; im Bruche muschelig bis uneben. — Härte = 7,5—8 spec. Gew. = 2,67—275. Meist grünlich bis grasgrün (smaragdgrün) oder farblos; doch auch gelblich und bläulich in verschiedenen Nüancen; glasglänzend; durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. Im Ritze weiss. — Vor d. L. sehr schwer an den Kanten zu trübem blasigen Glase schmelzend; von Phosphorsalz ganz auflöslich und ohne Hinterlassung eines Kieselscelettes eine opalisirende Perle bildend. — Von Säuren nicht angreifbar.

b. Chemischer Bestand. Nach Rammelsberg (a. a. O. S. 555) ist der Beryll zu betrachten als eine Verbindung von 1 At. Thonerdebisilicat und 1 Atom Beryllerdebisilicat, was der Formel $\dddot{A}\dddot{S}i^3 + \dddot{B}\dddot{S}i^3$

32*

entspricht. Hiernach besteht er in 100 Theilen aus: 67,46 Kieselsäure, 18,74 Thonerde und 13,80 Beryllerde, wozu sich oft noch Spuren von Eisenoxyd oder (beim Smaragd) von Chromoxyd gesellen.

c. Abarten. 1) Edler Beryll oder Smaragd: Schön grasgrün; stark glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend. In der Regel etwas Chromoxyd haltend.

2) Beryll: Vorherrschend blassbläulich- oder gelblichgrün; oft fast farblos; durchsichtig bis halbdurchsichtig.

3) Gemeiner Beryll: Unrein blaugrün in das Gelbliche und Graulichweisse. Durchscheinend bis undurchsichtig. Wenig oder nicht glänzend.

d. Vorkommen, Associationen und Umwandlungen. Wie der Topas, so hat auch der Beryll seine Hauptheimath im Gebiete derjenigen krystallinischen Felsarten, welche Quarz und Glimmer (oder Chlorit) enthalten, sei es nun, dass er in diesen Felsarten eingewachsen erscheint oder in Drusenhöhlen und auf Gängen auftritt. Am meisten hat man ihn auf diese Weise im Granit, Gneiss, Glimmer-, Chlorit- und Urthonschiefer beobachtet. Gewöhnlich erscheint er in der Gesellschaft von Bergkrystall, Turmalin, Topas und Pyknit, jedoch so, dass der Quarz sein Hauptbegleiter ist und sehr häufig das Bett bildet, in welchem er eingewachsen liegt. Dies ist unter anderem recht gut an den Beryllen im Granit von Limoges (in Frankreich) zu beobachten. Ausserdem finden sich auch in seiner Umgebung andere Beryllerdemineralien, so der Chrysoberyll (z. B. in den Smaragdgruben am Flusse Tokowaia im Ural), der Euklas (z. B. zu Boa Vista in Brasilien) und der Phenakit z. B. am Tokowaia im Ural und bei Miask im Ilmengebirge). Endlich zeigt sich der Wolfram und Zinnstein sehr häufig in seiner Gesellschaft, ja der letztere scheint in einer Art von Verwandtschaft zu ihm zu stehen, da man schon im Beryll — z. B. im Schwedischen nach Berzelius — kleine Mengen von Zinnsäure und auch von Tantalsäure gefunden hat. — Als wesentlicher Gemengtheil irgend einer Felsart ist er indessen bis jetzt nirgends beobachtet worden. Ueber seine Bildungsweise ist bis jetzt noch nichts bekannt, und von seiner Umwandlung in andere Mineralien weis man nach Bischof (Chem. Geol. Bd. II. S. 1427) nur, dass er in grobkörnigem Granit bei Heidelberg mit Beibehaltung seiner Gestalt in ein Gemenge von Glimmerblättchen und Quarzkörnchen und bei Finbo unweit Fahlun ganz in Glimmer umgewandelt erscheint, ja dass auch häufig die Smaragde von Sibirien wenigstens an den Enden ihrer Krystalle eine Umwandlung in Glimmer wahrnehmen lassen.

Interessante Vorkommnisse: Der edle Smaragd findet sich namentlich in bisweilen kolossalen Krystallen im Glimmerschiefer an der Takowaja östlich von Katharinenburg im Ural; von vorzüglicher Schönheit auf Gängen von Thon- und Hornblendeschiefer im Tunkathal bei Neu-Car-

thago in Peru; in Brasilien, wo er im Schlamm der Flüsse in Gesellschaft von Diamant und Topas gefunden wird; im Habachthale der Salzburger Alpen, wo er im Glimmer- und Chloritschiefer auftritt. — Der Beryll ist von vorzüglicher Schönheit namentlich am Ural bei Alabaschka, Inschakowa, Mursinka und Schaitanka gefunden worden. Er kommt daselbst meist in Gesellschaft von Topasen und Bergkrystallen vor. In Brasilien hat man von ihm auch schon Säulen von 15 Pfund Schwere gefunden. Der gemeine Beryll endlich kommt in ausgezeichneten Krystallen vor bei Fossum in Christianstift, bei Fahlun in Schweden, bei Limoges in Frankreich; in Deutschland am Rabenstein bei Zwiesel in Bayern, auf den Zinnerzlagerstätten von Schlaggenwalde in Böhmen; in Amerika zu Grafton zwischen dem Connecticut und Marimac, wo er 4—6 Fuss lange, fussdicke und 2000 bis 3000 Pfund schwere Krystalle bildet.

---

§. 75. 3) **Turmalin.**

[Synom. Schörl (namentlich der gemeine schwarze T.); Apyrit (Hausm.); Achroit (der farblose von Elba); Rubellit (der rothe T.); Indicolith (der blaue T.); Siberit; Aschenzieher; Daowrit; Aphricit.]

§. 75a. Gestalt. Rhomboëdrische Gestalten, namentlich 6seitige Säulen, welche vorherrschend entweder an beiden Enden oder auch nur an dem einen Ende theils durch drei gleichschenkliche Dreiecke theils durch drei Trapezflächen — (also durch Flächen des Hauptrhomboëders (Fig. 11) — zugespitzt erscheinen, oft aber auch nur hemimorph als dreiseitige, mit abgestumpften Längenkanten versehene, Prismen auftreten, welche an dem einen Ende durch drei Dreieckeflächen und am anderen Ende durch drei Trapezflächen zugespitzt sind. Die Krystalle bald dick und kurz, bald lang und dünn bis faserförmig, und bald ein- oder aufgewachsen, bald auch derb, in parallel- oder strahligstänglichen bis faserigen Bündeln oder endlich auch in körnigen Aggregaten.

Zusätze:

1) Bisweilen erscheinen die Turmalinkrystalle so kurz, dass man sie mit gewissen ditetragonalen, pyramidal zugespitzten Prismen des Zinnerzes verwechseln kann. Sind nun in diesem Falle die Krystalle auch sehr klein und körnerartig, dann ist auf gewöhnlichem Wege ihre Unterscheidung schwierig; alsdann entscheidet entweder das Verhalten v. d. L. oder das spec. Gewicht, welches beim Zinn = 6,8—7, beim Turmalin = 2,9—3,3 beträgt.
2) Eine, für die Bildungsweise des Turmalins auf nassem Wege höchst beachtenswerthe Erscheinung sind die zerbrochenen Turmalinkrystalle, welche durch Quarz wieder zusammengekittet

erscheinen. Ich besitze einen solchen Turmalinkrystall im Glimmerschiefer aus dem Zillerthale, welcher in der Mitte quer durchgebrochen und in der Bruchstelle mit Quarz ausgefüllt ist. Bischof, (Chem. Geol. II. S. 429) erwähnt einen solchen in 8 Theile zersplitterten Krystall vom St. Gotthard und einen andern aus dem Granite von Kaseren in Mähren, dessen Zwischenräume theils mit Feldspath, theils mit Quarz ausgefüllt sind.

§. 75b. Eigenschaften. Die Spaltbarkeit der Krystalle erscheint sowohl nach der Richtung der Rhomboëderflächen, wie nach der des Prismas sehr unvollkommen. — Der Bruch muschelig bis uneben. — Härte = 7—7,5; spec. Gew. = 2,94—3,24. — Von Farbe vorherrschend sammtschwarz oder dunkelbraun; ausserdem auch farblos, blau, grün, gelb oder pfirsichblüthroth in verschiedenen Abstufungen; bisweilen an verschiedenen Stellen eines und desselben Krystalles verschieden gefärbt, so dass er bald an dem oberen Theile einer Säule anders gefärbt erscheint als an dem unteren, bald einen z. B. roth gefärbten Kern und um denselben herum eine z. B. grün gefärbte Hülle zeigt. Ganz besonders bemerkt man diese Erscheinung an den Krystallen von St. Pietro auf Elba. An diesem Orte findet man Turmalinkrystalle, welche bald am unteren Ende schwarz, in der Mitte grün und am oberen Ende rosenroth, bald unten rosenroth und oben schwarz oder gar farblos sind. — Ebenso finden sich nach G. Leonhard (Handwörterbuch S. 515 ff.) bei Chesterfield und Gohsen in Nordamerika häufig rothe Krystalle, welche zunächst von einem zarten Talkbeschlag und dann von einem grünen Krystalle umschlossen sind. Nach G. Rose endlich (Reise nach dem Ural. I. 461) kommen bei Mursinsk dunkelblutrothe Krystalle vor, welche einen dunkelvioletten Kern haben. — Glasglänzend; durchsichtig bis undurchsichtig. — Im Ritze weiss oder grau. — Oft, so namentlich an den grünen, mit ausgezeichneter Lichtpolarisation und stark hervortretendem Dichroismus, so dass er verschieden gefärbt erscheint, je nach den Richtungen, in welchen man durch ihn hinblickt. — Der Turmalin wird durch Erwärmen polarelectrisch; seine electrische Axe fällt mit der Krystallaxe seines Prismas zusammen. Jedoch zeigen nicht alle Turmaline gleich starke Electricität; am stärksten die ganz reinen, unzerklüfteten, durchsichtigen. Becquerel hat gefunden, dass bei zunehmender Temperatur die Art der Electricität an den beiden Enden eines Krystalles entgegengesetzt sei von der, welche sich bei abnehmender Temperatur zeige.

V. d. L. bald leicht und unter Anschwellen, bald schwer und ohne Aufblähen schmelzend, bald sich nur aufblähend ohne zu schmelzen. In starker Rothglühhitze durch das Entweichen von Fluorkiesel einen mehrere Procente betragenden Gewichtsverlust erleidend. Alle Turmaline aber färben mit doppelt schwefelsaurem Kali und Flussspath erhitzt die äussere Flamme gelbgrün, (reagiren also auf Borsäure). (Am besten bemerkt

dies, wenn man Turmalinpulver (1 Theil) mit 4 Theilen eines aus Theilen doppeltschwefelsaurem Kali und 1 Theil Flussspathpulver be- enden Gemisches im Oehre eines Platindrahtes in der blauen Spiritus- me zusammenschmilzt.) In Salzsäure gar nicht, in concentrirter Schwefel- e aber nur dann vollkommen zersetzbar, wenn der Turmalin vorher hmolzen worden ist.

§. 75c. Die chemische Zusammensetzung der Turmaline, welche rseits von Säuren Kieselsäure, Borsäure, etwas Phosphorsäure und etwa 2,5 pCt. Fluor, andererseits von starken Basen vorherrschend Magnesia, noxydul, Manganoxydul nebst geringen, oft auch fehlenden, Mengen (Kali), Natron, Lithion und Kalkerde, von schwachen Basen aber Thon- und Eisenoxyd enthalten, ist so schwankend, dass sich Rammelsberg neralchemie S. 672 und ff.) veranlasst sah, folgende 5 Gruppen von nalin aufzustellen:

	Gruppen.	Formel.	Sauerstoffverhältniss.
			$\dot{R}$ $\dddot{\bar{R}}$ $\dddot{Si}$
A. thion- ie Tur- line. , braun u. hwarz. elzen um ichter zu slichen elblichen cken, je reicher sind.	I. Magnesia-Turmaline: Gelb und braun; eisenarm, magnesiareich; KO, NaO u. CaO in sehr geringen Mengen — Spec. Gew. = 3,034—3,07.	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 3\,\dddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$	0,66 : 3 : 2,66
	II. Magnesia-Eisen-Turmaline; Schwarz; von mittlerem Eisen- und Magnesiagehalte. Arm an KO, NaO u. CaO. Geben nach dem Aufschwellen eine weisliche, gelbliche, grünliche oder braune Schlacke. — Spec. Gew. = 3,072—3,192.	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 4\,\dddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$	0,5 : 3 : 2,5
	III. Eisen-Turmaline: Schwarz; mit dem stärksten Eisen- u. schwächsten Magnesiagehalte. Geben nach dem Aufschwellen braune oder schwarze Schlacken. — Spec. Gew. = 3,135—3,243. Sehr arm an KO, NaO u. CaO.	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 6\,\dddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$	0,33 : 3 : 2,33
B. iontur- line. los, blau, a, roth.	IV. Eisen-Mangan-Turmaline: Violett, blau und namentlich grün. MgO-, CaO- u. KO-gehalt sehr gering; NaO zu 2 pCt.; LiO zu 1—2 pCt. — Die violetten u. blauen geben dunkelbraune Schlacken, die grünen weisses Email. Sp. Gew. = 2,942—3,162.	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 8\,\dddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$	0,25 : 3 : 2,25
	V. Mangan-Turmaline: Roth (u. farblos). Eisenfrei, manganhaltig. — CaO meist fehlend; MgO u. KO sehr wenig, NaO zu 2 pCt., LiO zu 1-2 pCt. — V. d. L. meist sich blätternd, weiss u. undurchsichtig werdend. — Sp. Gew. = 2,998—3,082.	$\dot{R}^2\dddot{Si} + 10\,\dddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$	0,20 : 3 : 2,2

Nach den vorstehenden Formeln erscheinen demnach sämmtliche Turmaline als Verbindungen von 1 At. halbkieselsauren Monoxyden und von n At. drittelkieselsauren Sesquioxyden, wonach ihre allgemeinste Formel $= \dot{R}^2 \ddot{Si} + n \left.\begin{matrix}\dddot{R}\\ \dddot{B}\end{matrix}\right\} \ddot{Si}$ ist, vorausgesetzt, dass man die Borsäure zu den Basen $\dddot{R}$ rechnet, was deshalb annehmbar erscheint, weil nach Rammelsberg in sämmtlichen Turmalinen die Summe des Sauerstoffes sämmtlicher Basen und zugleich der Borsäure sich zum Sauerstoffe der Kieselsäure immer nahe $= 4 : 3$ verhält, wodurch die oben angeführten Formeln ihre Bestätigung erhielten.

Zusätze:

1) Rammelsberg macht (a. a. O. S. 682) darauf aufmerksam, dass das Silicat der Turmaline zugleich dasjenige der Kaliglimmer ist, indem das Silicat des Eisenturmalins dem Kaliglimmer von der Formel

$$\dot{R}\ddot{Si} + n \dddot{R}^2 \ddot{Si}^3$$

entspricht, wenn man die allgemeine Turmalinformel =

$$(\dot{R}^3 \ddot{B}^2 + n \dddot{R} \ddot{B}) + m (\dot{R} \ddot{Si} + n^1 \dddot{R}^2 \ddot{Si}^3) \text{ setzt.}$$

2) Auffallend ist der meist geringe Gehalt von Kali in dem Eisenturmalin, welcher gerade am meisten in Kaliglimmer umgewandelt erscheint. Offenbar muss bei dieser Umwandlung Kali von Aussen her noch hinzugetreten sein.

§. 75d. Abarten: Je nach dem Grade seiner Durchsichtigkeit und der Art seiner Färbung hat man vom Turmalin noch unterschieden:

1) den edlen Turmalin, welcher durchsichtig und bald farblos (Achroit), bald roth (Rubellit), bald grün (sogen. brasilianische Smaragden), bald blau (Indicolith), bald auch braun ist. Gerade bei dieser Abart des Turmalines treten die obenerwähnten Farbenmischungen und electrischen Erscheinungen am stärksten hervor.
2) den gemeinen Turmalin oder Schörl, welcher undurchsichtig und schwarz ist und namentlich dem Magnesia-Eisenturmaline und Eisenturmaline Rammelsbergs zugehört.

§. 75e. Verwitterung und Umwandlung des Turmalins. Der einzelne Turmalinkrystall widersteht den Verwitterungs- und Umwandlungsagentien sehr stark, weil seine sehr unvollkommene Blätterabsonderung keine tief in sein Inneres einschneidende Bildung von Spalten und in Folge dessen fast keine Feuchtigkeitsansaugung zulässt. Ganz vorzüglich gilt alles dieses von den durchsichtigen und eisenarmen. Aber auch der schwarze Eisen- und Magnesia-Eisenturmalin zeigt sich so lange hartnäckig, als er einerseits in gut ausgebildeten Krystallindividuen auftritt und andererseits nicht in Gesteinen eingewachsen ist, welche durch ihre eigene Ver-

itterung Stoffe produciren, die dann weiter auf die Zersetzung des in ihrer Masse liegenden Turmalins einwirken können.

Deutlich kann man diesen Einfluss der Gesteinsumgebung auf die Umandlung des Turmalins an einem grosskörnigen Granite am Bergstiege ei Ruhla und am Pommershaupte bei Brotterode am Thüringerwalde beachten. Am erstgenannten Orte bildet dieser Granit einen 22 Fuss ächtigen Gang in gneissartigem Granitit. Sein Gemenge besteht aus —2 Zoll grossen Stücken grauen Quarzes, 1—3 Zoll grossen Stücken ystallinischen, fleischröthlichen Orthoklases und entweder 1—3 Zoll langen tangen und Bündeln schwarzen Turmalines oder 1—2 Zoll grossen Blätrn silberweissen Kaliglimmers. Im Centrum dieses Ganges enthält dieses estein ganz frischen, starkglänzenden Orthoklas und nur Turmalinkrystalle, elche ebenfalls durch und durch frisch sind. Zu beiden Seiten dieser, wa 5 Fuss mächtigen Centralmasse dagegen erscheint der Granit zerüftet, sein Orthoklas matt und äusserlich in Kaolin übergehend und sein urmalin in stengeligen Bündeln, welche äusserlich matt, rauh und naentlich auf den Absonderungsflächen der einzelnen Stengel ockergelb erheinen und theilweise in eine schmutzigbraune, mit mikroskopischen Glimerschüppchen untermengte, Eisenthonmasse umgewandelt sind. Nach den itenrändern des Ganges hin wird dann der Orthoklas noch mehr kaolisch und an den Turmalinstengelbündeln erscheint jeder einzelne Stengel nz mit kleinen Glimmerschuppen überzogen; ja einzelne Bündel zeigen ch mit voller Beibehaltung ihrer Form in lauter einzelne Glimmerlagen ngewandelt, deren jede den Raum eines einzelnen Turmalinstengels auslt. Zu äusserst endlich zeigt dieser Granit gar keinen Turmalin mehr, ndern nur Glimmerblätterbündel. Der ganze Gang zeigt demnach von nen nach Aussen folgende Umwandlungszonen.



A. Quarz, frischer Orthoklas und frischer Turmalin.

Ba. Quarz, matter Orthoklas und Turmalin mit glimmerhaltiger Eisenthonrinde.

b. Quarz, kaolinisirender Orthoklas und in Glimmer theilweise umgewandelter Turmalin.

C. Quarz, halbzersetzter Orthoklas und Glimmer.

Ich sollte meinen, dass die Erscheinungen in diesem Ganggranite deutlich genug darauf hindeuten, dass der Turmalin zuerst durch das kohlen- oder kieselsaure Kali, welches durch die Zersetzung des Orthoklases frei wurde, zu seiner Zersetzung und Umwandlung in Glimmer angeregt worden ist; denn wie sollte man es sonst wohl deuten, dass die Turmaline in der Granitzone, welche noch ganz frischen Orthoklas enthält, ebenfalls noch ganz frisch sind, während sie in denjenigen Zonen des Ganges, welche angegriffenen Orthoklas enthalten, um so zersetzter erscheinen, je kaolinischer der Orthoklas ist?

So weit bis jetzt die Beobachtungen reichen, üben die Atmosphärilien für sich allein keinen oder doch nur einen unbemerklichen Einfluss auf die frischen Turmalinkrystalle aus, auch wenn diese letzteren noch so reich an Eisenoxydul sind. Das in der Regel frische Aussehen dieser Krystalle im Sande der Flüsse und im Quarzfels spricht hinlänglich dafür. Wenn aber erst ein im Wasser gelöstes Anregungs- oder Aetzmittel, wie namentlich in kohlensaurem Wasser gelöstes kieselsaures Kali oder Lithion, die Oberfläche dieser Krystalle aufgeschlossen hat, dann bemächtigt sich der Sauerstoff eines Theiles ihres Eisengehaltes und verwandelt denselben in Eisenoxydhydrat. Die Verminderung des Glanzes, die Entstehung von zahlreichen mikroskopisch kleinen Lücken und endlich die Bildung eines braunen, vorherrschend aus Eisenoxydhydrat in Untermengug mit etwas Thon bestehenden, Beschlages auf der Oberfläche der Krystalle sind die ersten Wirkungen dieser äusserlich beginnenden und dann nach Innen vorwärtsdringenden Turmalinumwandlung. Hiermit beginnt aber zugleich eine Reihe anderer Umwandlungsprocesse, deren letzte Producte Kali-, Lithion- und Magnesiaglimmer einerseits oder Chlorit, Talk und Speckstein andererseits sind.

Diese merkwürdigen Umwandlungen des Turmalins liegen offen in der Natur vor und können fast überall, wo Turmaline, namentlich Eisen- oder Magnesiaeisenturmaline, in grosser Menge auftreten, in allen möglichen Abstufungen ihrer Vollendung betrachtet werden, sind aber demungeachtet schwierig zu erklären. Ich habe zahlreiche, in der Umwandlung begriffene Turmaline beobachtet und untersucht, bis jetzt aber nichts weiter gefunden, als die oben schon erwähnten Thatsachen, nach denen sich an der Oberfläche der einzelnen Eisenturmaline eine unrein-braune Eisenthonlage bildet, welche sowohl beim Abschlämmen wie unter dem Vergrösserungsglase eine Menge kleiner Glimmer- und Chloritschüppchen zeigt. Auf welche Weise sich aber dieselben nun aus der Turmalinmasse herausbilden, das lässt sich nur durch Folgerungen errathen, wenn man den chemischen Bestand des Turmalines mit dem der verschiedenen Glimmerarten vergleicht. Diesem gemäss wird man finden:

a. Bei der Umwandlung des Turmalines in Glimmer.

Nach den in Rammelsbergs Mineralchemie angegebenen Analysen von Glimmer- und Turmalinarten hat der Turmalin

1) weniger Kieselsäure und Kali, und
2) mehr Thonerde,

als jede der drei Glimmerarten; denn er enthält höchstens 38 pCt. Kieselsäure und höchstens 1,5 pCt. Kali, während die Glimmer wenigstens 40 pCt. Kieselsäure und wenigstens 5 pCt. Kali besitzen. Dagegen zeigt er wenigstens 32 pCt. Thonerde, während die Glimmer höchstens 30 pCt. Thonerde enthalten. Ausserdem besitzt er 7—9 pCt. Borsäure, die Glimmer aber nicht. Er muss demgemäss bei seiner Umwandlung in irgend eine Glimmerart von vornherein mehr Kieselsäure und Kali erhalten, als er besitzt, und von seinem Thonerdegehalte einige Procente, seine Borsäure aber ganz verlieren. Im Besonderen aber muss er bei seiner Umwandlung

1) in Kaliglimmer auch noch von seinem Eisenoxydul und Natron verlieren und wenigstens 5 pCt. Kali empfangen;
2) in Lithionglimmer auch noch von seinem Magnesiagehalt verlieren und Kali und Lithion aufnehmen;
3) in Magnesiaglimmer wenigstens noch 3—10 pCt. Magnesia erhalten.

Wie er nun einen grösseren Kieselsäure-, Kali-, Lithion- und Magnesiagehalt erhalten kann, das lässt sich wohl erklären; man braucht ja nur anzunehmen, dass kohlensaures Wasser, welches Silicate dieser drei alkalischen Oxyde enthielt, ihn dauernd benetzte und diese Silicate am Ende in seine Masse einzwängte. Und das ist so unwahrscheinlich nicht, da bekanntlich das Wasser, welches aus Graniten, Gneissen, Syenitgraniten u, s. w. hervortritt, sehr häufig diese alkalischen Silicate gelöst enthält, und auch der oben angegebene Fall zeigt, dass in dem grosskörnigen Granite bei Ruhla gerade in der nächsten Umgebung des in Glimmer übergehenden Turmalins der Orthoklas sein kieselsaures Kali verloren hat und in Kaolin umgewandelt erscheint. — Wohin aber bei dieser Umwandlung in Glimmer die Borsäure und der grössere Thonerdegehalt des Turmalines gekommen ist, und durch welche Agentien diese beiden Bestandtheile löslich und auslaugbar gemacht worden sind, das möchte wenigstens für jetzt noch nicht entschieden werden können.

Interessante Belege für diese Umwandlung des Turmalins in Glimmer bietet das Erzgebirge. Ich besitze von diesem Gebirge — angeblich von Stolpen (?) — ein sechsseitiges Turmalinprisma von 2 Zoll Länge und 10 Linien Dicke, welches äusserlich noch ganz frisch aussieht und seinen vollen Glanz hat, innerlich aber zahlreiche Kaliglimmerlamellen enthält. Ebenso liegt mir von Gottesberg bei Atorf in Sachsen eine in verwittertem Gneissgranit sitzende Turmalindruse vor, deren 2—3 Zoll lange und 6

Linien dicke Säulen theils nur äusserlich mit einer braunen, Glimmer haltigen, Thonrinde überzogen sind, theils auch innerlich aus lauter Glimmerlamellen zusammengesetzt erscheinen, so dass man es mit wahren Pseudomorphosen des letztgenannten Minerales zu thun hat. Bemerkenswerth erscheint noch bei dieser Druse, dass der Feldspath theilweise in der Kaolinisirung begriffen ist. — Blum zeigt ferner, dass der rothe Turmalin vom Berge Hradisko bei Roczena in Mähren vielfache Umwandlungen in Lithionglimmer wahrnehmen lässt, indem Turmalinkrystalle bald äusserlich mit weisslichen Lithionglimmerschuppen bedeckt, bald innerlich mit diesem Glimmer ganz oder theilweise erfüllt sind. — Durch Dr. Kranz habe ich eine Stufe Rubellits in Lepidolith von dem ebengenannten Berge erhalten, in welcher der Turmalin fast ganz in kleine Lepidolithschüppchen und in Eisenoxydhydrat umgewandelt erscheint. — Breithaupt endlich erwähnt in seiner Mineralogie einen schwarzen Turmalin von Crafton in New-Hampshire, welcher zwischen grossen Glimmerlamellen breitgedrückt eingebettet erscheint.

b. Bei der Umwandlung des Turmalins in Chlorit und Speckstein

muss aus der Masse des ersteren ausgeschieden werden:

1) die Summa der Alkalien,
2) ein Theil der Thonerde — mindestens 10—12 pCt. —,
3) ein Theil des Eisengehaltes,
4) alle Borsäure und das Fluor.

Dafür muss in dieselbe eindringen:

1) mehr Kieselsäure — mindestens 3 pCt. —,
2) mehr Magnesia; beim Eisenturmalin mindestens 30 pCt., beim Magnesiaturmalin aber wenigstens 20 pCt.;
3) Wasser.

Im Allgemeinen lässt sich hiernach aussprechen, dass namentlich der Magnesia- und Magnesiaeisenturmalin umgewandelt wird:

1) in Magnesiaglimmer, wenn er in kohlensaurem Wasser aufgelöste kieselsaure Magnesia und Kali nebst Wasser aufnimmt und dafür mindestens 10 pCt. Thonerde und alle Borsäure verliert;
2) in Chlorit, wenn er nur kieselsaure Magnesia und Wasser aufnimmt und dafür alle Alkalien, alle Borsäure und mindestens 10 pCt. Thonerde freigiebt;
3) in Speckstein, wenn er nur kieselsaure Magnesia und Wasser aufnimmt und dafür alle Alkalien, alle Borsäure, alle Thonerde und den grössten Theil seines Eisengehaltes verliert.

Die Umwandlungen des Turmalins in Chlorit und Speckstein sind ebenfalls vielfach beobachtet worden. So besitze ich selbst aus dem Zillerthale in Tyrol eine Stufe Magnesiaglimmerschiefers, in welcher ein ge-

knickter Turmalin an seiner Einknickungsstelle ganz in sehr kleine, graugrüne Chloritschüppchen umgewandelt erscheint. G. Rose beschreibt (in dem I. Bde. seiner Reise nach dem Ural S. 256) einen Chloritschiefer aus der Gegend von Kassoibrod, in welchem dicke Turmalinsäulen liegen, „an deren Enden, gleichsam als Fortsetzung derselben, Säulenbildungen von schuppigem Chlorit sich finden, die, wie der Turmalin im Chloritschiefer eingebettet liegen und fast das Ansehen haben, als seien sie Afterkrystalle des Chlorites in der Form des Turmalins." — Blum endlich beschreibt (in seinen Pseudomorphosen S. 134) die Umwandlung des rothen Turmalins (von Rozena) in Speckstein: „Der Krystall wird von seiner Oberfläche aus weicher, fettglänzend, bräunlichgelb, durchscheinend und zeigt ganz die Beschaffenheit des Specksteins. — Dieselbe Umwandlung erwähnt auch Sillem (Leonh. Jahrb. d. Min. 1851. S. 391) von den Turmalinen bei Penig in Sachsen.

Zusätze:

1) Nicht unerwähnt darf hier es bleiben, dass oft mit dem in Glimmer oder Chlorit sich umwandelnden Turmalin auch Apatit vorkommt (z. B. im Zillerthale). Sollte dieses Mineral aus dem geringen Gehalte von Phosphorsäure und Kalkerde, welche bei der Zersetzung der Turmaline frei wird, entstehen?

2) Blum erwähnt in seinen Pseudom. (Bd. II. 136 und Bd. III. 134) einer Pseudomorphose des Turmalins nach Feldspath im Quarzporphyr von Wherry Mine in Cornwall. „Die kleinen Feldspathkrystallchen sind mehr oder minder vollständig in ein Aggregat von schwarzen Turmalinnadeln oder Körnchen umgewandelt, während die Grundmasse des Gesteines kaolinisch ist. Die Pseudomorphosen zeigen noch ganz deutlich die Feldspathkrystall-Umrisse. Die Turmalinnadeln sind mit Quarz untermengt. — Grössere Orthoklaskrystalle von Trevelyan bei St. Ives in Cornwall sind unter Beibehaltung ihrer Form in ein Gemenge von Turmalin und Quarz umgewandelt.

§. 75f. Associationen des Turmalines. — Es ist im Vorigen allgemein angegeben worden, wie und unter welchen Verhältnissen der Turmalin sich in eine Glimmerart oder in Chlorit und Speckstein umwandeln kann. Hiermit ist indessen keineswegs gesagt, dass sich jede Turmalinart auch gleich in jedes der ebengenannten Mineralien umwandelt. Im Gegentheile wird man finden, wenn man die Masse der in Umwandlung begriffenen Turmaline und der mit ihnen verwachsenen oder in Verbindung stehenden Glimmerarten untersucht, dass einerseits namentlich die magnesiaarmen Turmaline in Kali- und Lithionglimmer, und andererseits vorzüglich die magnesiareichen Turmaline in Magnesiaglimmer und Chlorit übergehen. Alles dieses gilt vorzüglich von dem gemeinen, schwarzen Turmalin oder Schörl. Hiernach

zeigt also der Turmalin schon zwei Reihen von Umwandlungsassociationen, nämlich:

1) eine Reihe, in welcher er entweder mit Kali- oder mit Lithionglimmer [Turmalin-Kaliglimmervereine], und
2) eine Reihe, in welcher er entweder mit Magnesiaglimmer oder mit Chlorit verbunden erscheint [Turmalin-Magnesiaglimmervereine].

Berücksichtigt man nun weiter, dass der Turmalin bei seiner Umwandlung einerseits in Kaliglimmer kieselsaures Kali und andererseits in Magnesiaglimmer viel kieselsaure Magnesia erhalten muss, und dass er jenes erste Umwandlungsagens am leichtesten aus der Zersetzung des Orthoklases, die kieselsaure Magnesia aber am ersten aus der Zersetzung magnesiareicher Hornblende (oder auch des Oligoklas) erhalten kann, so wird es daraus erklärlich, warum man den magnesiaarmen Turmalin sammt seinen Umwandlungsgefährten, dem Kaliglimmer, vorherrschend im Verbande theils mit frischem, theils mit kaolinisirendem Orthoklas findet, den magnesiareichen Turmalin aber nebst seinen Umwandlungsgefährten, dem Magnesiaglimmer und Chlorit, vorzüglich in der Gesellschaft des Oligoklas, der Hornblende und auch wohl des Almandins antrifft. Da nun aber sowohl bei der Zersetzung der kieselsäurereichen Feldspathe, wie der Hornblende auch Kieselsäure frei wird, so lässt sich daraus wohl erklären, warum namentlich da, wo der Turmalin in einen der genannten Umwandlungsgefährten übergeht, in der Regel amorpher Quarz auftritt.

Berücksichtigt man endlich, dass einerseits sowohl der Orthoklas, wie der Kaliglimmer und andererseits sowohl der Magnesiaglimmer, wie die Hornblende und der Oligoklas sich auch wieder zersetzen und in andere Mineralien umwandeln können, dass also, wie später noch weiter gezeigt werden wird, einerseits

1) aus dem Orthoklas: Topas, Pyknit, Kaolin und Quarz (ob auch wohl Beryll?);
2) aus dem Kaliglimmer: Damourit und dessen Zertheilungsproducte, Staurolith und Cyanit (und vielleicht auch Zinnstein und Wolframit?);
3) aus dem Lithionglimmer: Flussspath;

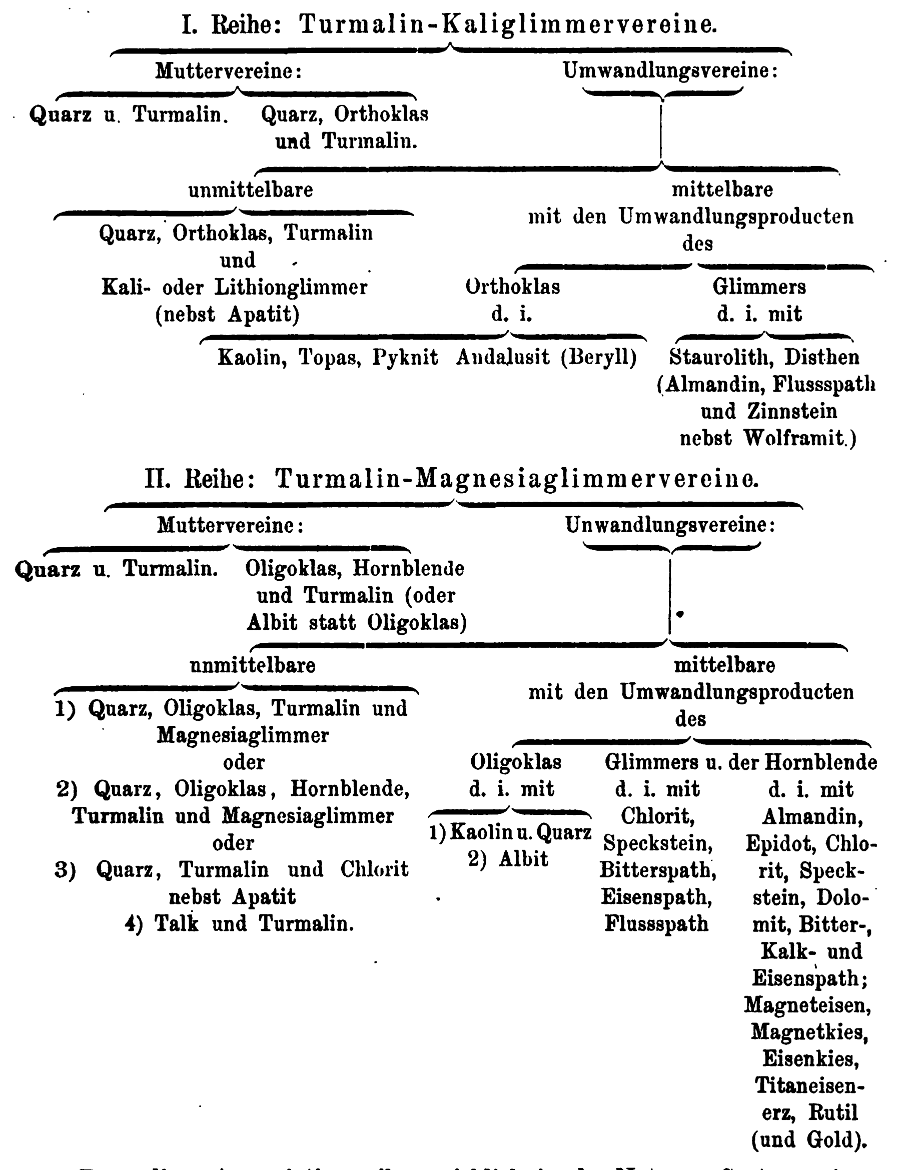
und andererseits:

1) aus der Hornblende: Almandin, Pistazit, Magnesiaglimmer, Chlorit, Speckstein, Bitter- und Dolomitspath, Kalkspath, Eisenspath, Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Titaneisen und Rutil, vielleicht auch Gold; und
2) aus dem Magnesiaglimmer ebenfalls Chlorit, Speckstein und die ebengenannten Zersetzungsverwandten der Hornblende,

entstehen können, so wird man es erklärlich finden, dass der Turmalin auch

mit diesen Zersetzungsverwandten der eben genannten Mineralien associirt vorkommt.

Mit Berücksichtigung aller dieser Annahmen und Thatsachen lassen sich nun folgende Associationsreihen aufstellen:



Dass diese Associationsreihen wirklich in der Natur auftreten, zeigen folgende Belege, welche theils meinen eigenen Beobachtungen entlehnt,

theils in Hausmanns und Leonhards Mineralogie, Breithaupts Paragenesis, Bischofs chem. Geologie, G. Rose's Reise nach dem Ural etc. angegeben sind.

α. Belege für die Turmalin-Kaliglimmervereine.

1) Orthoklas und Turmalin vom Bergstiege bei Ruhla. Der Turmalin erscheint ziemlich gleichmässig in Untermengung mit dem Orthoklase.
2) Orthoklas, Turmalin, Quarz- und Glimmerblätter von demselben Orte. Der Orthoklas ist äusserlich matt, kaolinisch, der Quarz graulich, amorph und umhüllt theilweise den Turmalin; die Glimmerlamellen liegen im Quarz, — ein Beweis, dass der Quarz erst nach der Bildung des Turmalins und Glimmers entstanden ist.
3) Orthoklas, halbzersetzter Turmalin, Lithionglimmer, Quarz und Flussspath von Brotterode am Thüringer Walde.
4) Orthoklas, Quarz, kleine silberweisse Glimmerschüppchen, lichtblauer Cyanit und Turmalinstengel im Granulit vom Langenberg bei Hohenstein in Sachsen.
5) Kaolinischer Orthoklas, Quarz, Glimmer in kleinen, gelben Lamellen, Topas und Turmalin oder: Quarz, Topas und Steinmark untereinander gemengt und das Bett des Turmalins bildend vom Schneckenstein bei Auerbach im sächsischen Voigtlande. (In der Regel erscheinen die Topase fest mit dem sie umhüllenden Quarze verwachsen, während das Steinmark (Kaolin) die Lücken zwischen diesen beiden Mineralien ausfüllt und die Turmaline ebenfalls im Quarze liegen. Wahrscheinlich hat dieses, als Topasfels bekannte, Gestein zuerst nur aus Orthoklas und Turmalin bestanden. Durch Zersetzung des Orthoklases und eines Theiles des Turmalins ist dann später der Topas und das Kaolin und zuletzt der Quarz entstanden.)
6) Quarz und Turmalin im körnigen Gemenge als Turmalinfels, namentlich am Auersberg in Sachsen bei Eibenstock und in Cornwall. In Sachsen tritt dieses Gemenge auf Gängen im Glimmerschiefer, aber in der Nähe von Granit, mit theils körnigem, theils schiefrigem Gefüge auf. Ebenso erscheint es in Cornwall (am St. Roach, Stony-Gwynn in St. Steffens, St. Michaelsberg und Godolphinhall in Breage) auf Gängen in oder am Granit, welcher das Glimmerschiefergebirge durchbricht. An beiden Lagerorten aber steht Zinnerz mit ihm in Verband, ja in Cornwall erscheinen Quarz, Turmalin, Topas, Zinnerz, Wolfram in Association. In Pensylvanien ferner treten im Gneiss und Granit von Germantown Gänge von Quarz-Turmalin auf, welche Topas, Beryll und Granaten führen. — Endlich hat man auch im böhmischen Zinnerzgebiete (z. B. bei Ellbogen) die Associationen von Quarz, Turmalin, Topas, Beryll, Zinnstein, Lepidolith und Flussspath, dem Zersetzungsverwandten des Glimmers, gefunden. — Das

Bemerkenswerthe bei dieser Art von Associationen des Turmalins ist einerseits das Auftreten derselben im Glimmerschiefergebiete, aber in der nächsten Umgebung von Granitgängen und andererseits das Fehlen des Orthoklases in denselben. Sollten Topas, Beryll und Zinnstein vielleicht die Zersetzungsproducte von ursprünglich vorhanden gewesenem Orthoklase sein? Das Auftreten von Kaolin in der Umgebung dieser Associationen (z. B. in Cornwall und in Böhmen) scheint dafür zu sprechen. — Auf Elba kommen auch Turmalinkrystalle ganz umhüllt von Bergkrystall vor.

7) Quarz, rother Turmalin, Lepidolith, Zinnerz und Topas am Berge Hradisko bei Roczena in Mähren (nach Leonhard). Daselbst auch

8) Quarz, Turmalin, Lithionglimmer. Flussspath und Kaolin (Steinmark?). — Rother Turmalin, welcher von Aussen nach Innen lagenweise in Lithionglimmer übergeht und auch ganz in der Masse des letzteren eingebettet liegt, bei Roczena in Mähren.

9) Quarz, Orthoklas, Turmalin, etwas Glimmer, Staurolith und Cyanit (auch Granat und Strahlstein) am St. Gotthard, im Canariathal, Campo Longo etc. (nach Leonhard und nach eigener Anschauung).

10) Quarz, Glimmer, Turmalin, Apatit, Topas, Zinnerz und Wolfram an den oben unter No. 6 genannten Orten in Cornwall und Pensylvanien.

β. Belege für die Turmalin-Magnesiaglimmerassociationen.

1) Albit und Turmalin, sehr einzeln auf einer Ader im Diorit bei Ruhla am Thüringer Walde.

2) Albit mit grünem und rothem Turmalin auf Gängen im Granit bei Chesterfield in Massachusets (nach Leonhard).

3) Albit, Quarz und Turmalin in deutlich krystallinischem Gemenge von St. Pietro auf Elba. Eine schöne und instructive Association, in welcher gut ausgebildete Afterkrystalle von Kaolin mit zolllangen schwarzen Turmalinstangen untermischt erscheinen. Das Gemenge ist an vielen Stellen voll grösserer oder kleinerer Lückenräume, in denen die Turmalin- und Albitkrystalle stets theilweise oder ganz umschlossen sind von gut ausgebildeten Bergkrystallen, während die Albitmasse an den Wänden dieser Lückenräume mehr oder weniger in Kaolin umgewandelt erscheint. In diesem Falle ist der Quarz von jüngerer Bildung, als seine Associirten und wahrscheinlich erst aus der Zersetzung des Albites entstanden.

4) Quarz, Oligoklas, Magnesiaglimmer und Turmalin im Granitit des Glöckners bei Ruhla. In diesem Gesteine zeigt sich auch die Hornblende neben den ebengenannten Mineralien. — Mancher Granulit Sachsens zeigt dieselbe Association. — Im Gneisse des Galgen-

berges bei Aschaffenburg bricht ein schöner Turmalin mit vielen Glimmerausscheidungen.

5) Quarz, Magnesiaglimmer und Turmalin im Glimmerschiefer des Zillerthales. An demselben Lagerorte tritt auch noch Chlorit im Verbande und Verwachsung mit Turmalin auf. Auch gehört hierher mancher Turmalinfels Sachsens und Cornwalls (vergl. No. 6 unter den Belegen α.). Nach Freieslebens Beschreibung besteht der Turmalinschiefer aus abwechselnden weissen und schwarzen Lagen; die weissen bestehen aus Quarz mit etwas grauem oder röthlichen Glimmer, die schwarzen aus Turmalin und schwarzem (Magnesia-)Glimmer nebst etwas Chlorit.

6) Quarz, Chlorit und Turmalin von Pfitsch in Tyrol. In diesem Vereine erscheint der Turmalin theilweise in Chlorit umgewandelt; auch sind einzelne Almandine in demselben vorhanden.

7) Quarz, Speckstein und Turmalin bei Penig in Sachsen (Nach Sillimen).

8) Quarz, Lepidolith, mit in Speckstein übergehenden Turmalin bei Roczena in Mähren.

9) Talk (mit oder ohne Quarz) und Turmalin im Talkschiefer; dazu oft noch Almandit, Asbest und Strahlstein. — Am St. Gotthard, im Zillerthale Tyrols etc.

10) Quarz, Hornblende, Chlorit, Rutil und Turmalinnadeln, angeblich vom Greiner im Zillerthale und auch vom St. Gotthard. An dem letzten Orte tritt Eisenglanz in die Association.

11) Hornblende, Pistazit, Almandin, Flussspath und Turmalin in einem Hornblendegestein vom Ehrenberg bei Ilmenau am Thüringer Walde.

12) Dolomit mit grünem Turmalin vom St. Gotthard,

13) Im körnig-krystallinischem Kalkstein der Alpen (z. B. des Brennkogels) erscheinen Calcit, Granat, Epidot, Cyanit, Tremolit, Glimmer, Talk und Turmalin associirt.

14) Auf den scandinavischen Erzlagerstätten und auch im Chloritschiefer associirt mit Dolomitspath, Magneteisenerz, Titaneisenerz und Eisenkies. Daselbst trifft man auch Turmaline, deren Inneres Eisenkieskörnchen umschliesst. In diesem Falle erscheint also der Turmalin mit anerkannten Zertheilungsproducten der Hornblende. (Vergl. hierzu weiter hinten die Hornblende.)

Ausser diesen beiden Reihen — (wahrscheinlich) gesetzmässiger — Associationen des Turmalines kommt noch eine dritte vor, in welcher der letztere mit Erzen verschiedener Art verbunden erscheint. Ist es schon schwierig, die unter No. 13 der letztgenannten vorigen Vereine erwähnten Associationen erklären zu können, wenn man nicht annimmt,

dass der Calcit ein Zersetzungsproduct mancher Kalkhornblenden ist, so stellen manche der Erzvereine des Turmalines fast unbesiegbare Schwierigkeiten in ihrer Erklärung entgegen. Die wichtigsten, bis jetzt bekannt gewordenen, Turmalin-Erzvereine sind ausser den schon erwähnten Zinn- und Magneteisenerzvereinen folgende:

1) Nach Breithaupt tritt der Turmalin in den Erzgängen bei Eibenstock, Schneeberg und Johann-Georgenstadt in Gesellschaft von Quarz, Fluss-, Schwer- und Kalkspath, Zinnerz, Blende, Arsenkies und Bleiglanz auf.
2) Nach Freiesleben (Geogn. Arbeiten. V. 131) gehört der Turmalin (Schörl) zur Formation mancher Silbererzgänge.
3) Nach G. Rose (Reise im Ural. I. 190) tritt der Turmalin in den Goldgängen des Granites von Beresowsk mit Talk, Bitterspath, Pyrophyllit, Eisenkies, Gold, Nadelerz, Fahlerz, Kupferkies, Bleiglanz und dessen Umwandlungsproducten, dem Rothbleierz, Melanochroit, Vauquelinit, Grün-, Vanadin-, Weiss- und Vitriolbleierz vereint auf. Wie soll man sich die Bildungsweise dieses merkwürdigen Vereines erklären? Zwar sind Talk, Bitterspath und Pyrophyllit als Zersetzungsproducte der Magnesiahornblende bekannt; auch ist es mir geglückt, wie ich schon früher angegeben haabe, im Oligoklas Schlesiens Silber und in der Hornblende deutliche Spuren von Gold und Kupfer aufzufinden; aber Blei habe ich noch nie in einem Vereinsminerale des Turmalins beobachten können. Vielleicht sind daher diese interessanten Erzvereine des Turmalins zu der Abtheilung der scheinbar fremdartigen Associationen zu rechnen (vergl. oben die Associationslehre §. 38), welche dadurch entstanden sind, dass von Aussen her Lösungen von Bleisalzen in die Turmalin führenden Gänge gedrungen sind.

Soviel über die Associationen des Turmalins. Ueberblickt man dieselben, so findet man hauptsächlich drei Resultate:

1) Der treueste Gefährte des Turmalins ist der Quarz. In den meisten Fällen darf jedoch derselbe nicht als ein ursprünglicher Gefährte des Turmalins angesehen werden; denn gewöhnlich umschliesst er den letzteren oder sitzt doch auf ihm, — ein Beweis, dass er späterer Entstehung als der Turmalin ist.
2) Nächst dem Quarz kommt am meisten ein kieselsäurereicher Feldspath — Orthoklas, Albit oder Oligoklas — mit dem Turmalin verbunden vor. Da derselbe bunt durcheinander mit dem letzteren gemengt erscheint, so darf man ihn wohl als einen ursprünglichen Gefährten des Turmalins annehmen, welcher erst durch seine Zersetzung in Kaolin die Kieselsäure zur Bildung des Quarzes lieferte.
3) Nächst diesen beiden Gefährten endlich erscheinen Glimmer und

Chlorit als die gewöhnlichsten Gefährten des Turmalines, jedoch mit der Beschränkung, dass

a. in einem nur aus frischem Turmalin und ganz unzersetztem Feldspathe bestehenden, von Quarzbeimengungen ganz freiem, Gemenge kein Glimmer oder Chlorit zu finden ist;
b. der Glimmer oder Chlorit in der Regel nur dann zuletzt mit Turmalin auftritt, wenn auch Quarz (oder Hornblende) in dem Gemenge vorhanden ist. Gewöhnlich gehört dann auch noch kaolinisirender Feldspath zu diesem Gemenge,
c. sowohl der Glimmer als der Chlorit entweder die Umhüllung des Turmalines bildet oder gradezu dessen Stelle einnimmt, so dass er also den Turmalin mehr oder weniger ganz aus dem Vereine vertreibt und dann dessen Stellvertreter bildet.

Glimmer und Chlorit sind also nicht Zeit- oder Altersgenossen des Turmalins, sondern Nachfolger desselben und wahrscheinlich durch den Einfluss der Zersetzungsproducte des Feldspathes oder der Hornblende auf den Turmalin entstanden. Da sie nun in der Regel die Stelle des sie umgebenden Turmalins einnehmen, so erscheinen sie dann auch nicht auf dem Quarze aufsitzend, sondern von diesem umhüllt oder aus ihm hervortretend.

Wenn man nun diese Thatsachen berücksichtigt, so gelangt man unwillkürlich zu der Frage: Sind nicht vielleicht die meisten Granite, Gneisse, Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefer ursprünglich nur Gemenge von Orthoklas oder Oligoklas oder Hornblende und Turmalin gewesen?

§. 75e. Geologische Bedeutung des Turmalins. — Wenn auch der Turmalin als wesentlicher Gemengtheil von Felsarten eine untergeordnete Rolle spielt, denn er tritt ausser in dem oben schon genannten Turmalinschiefer und Topasfels — zweien Felsarten, welche selbst nur eine sehr beschränkte Verbreitung haben — in allen übrigen Felsarten, selbst im Granit und Granulit, nur als unwesentlicher Gemengtheil auf; so ist er nach den eben gegebenen Mittheilungen doch von hoher geologischer Bedeutung, da er wenigstens in sehr vielen Fällen als die Mutter der geognostisch-wichtigen Glimmerarten und des Chlorites zu betrachten ist und trotz der schwierigen Erklärung seiner Umwandlungsart doch seine Associationsweisen mit anderen Mineralien so instructiv zeigt, wie — den Granat abgerechnet — nicht leicht ein anderes Mineral. Am meisten erscheint er eingewachsen in dem Gemenge von Felsarten, so namentlich der Quarz und Glimmer führenden, vor allen des Granites, Gneisses, Glimmer-, Chlorit-, Talk- und Thonschiefers; aber auch auf Gängen, Lagern- und Drusenräumen, vorzüglich solchen, welche Zersetzungsproducte der Feldspathe und Hornblenden, Quarz, Dolomitspath, Calcit etc. enthalten, ist er oft zu bemerken. (So zeigt er sich auf Drusenräumen des

Topasfelses am Schneckenstein, des Granites am Sonnenstein bei Andreasberg, Alabaschka bei Mursinsk u. a. oben schon genannten Orten). Ausserdem aber kommt er auch im losen Gemenge mit anderen seiner Associationsgenossen, namentlich mit Edelsteinen verschiedener Art und Gold, im Sande solcher Flüsse vor, welche aus Turmalin führenden Felsarten hervorkommen, so am Ural, in Brasilien und auf Ceylon.

Interessante Vorkommnisse des Turmalins sind vorzüglich ausser den schon bei den Associationen genannten:

1) Der schwarze Turmalin ist in ausgezeichneten Exemplaren gefunden worden im Sonnenberg bei Andreasberg im Harze, am Hörlberg bei Bernau und Zwiesel in Baiern; bei Pfitsch unweit Sterzing und am Greiner im Zillerthale in Tyrol; bei Penig in Sachsen; zu Karosulik in Grönland; Arendal und Snarum in Norwegen etc.
2) Der braune Turmalin am Gotthard und mit gelben Turmalinen bei Windischkappel in Kärnthen.
3) Bouteillengrüner Turmalin, namentlich im Katharinenburgschen.
4) Grasgrüner Turmalin im Dolomit von Campo longo am St. Gotthard, zu Campo de St. Anna und Caporicas bei Villa rica in Brasilien.
5) Blauer Turmalin auf Utön in Schweden und Goshen in Massachusets.
6) Rother Turmalin zu Schaitansk und Sarapulk unweit Mursinsk, Miask, auch zu Penig in Sachsen, zu Roczena oder Roschna in Mähren; Elba etc.
7) Farbloser Turmalin auf Elba, auf Ceylon und in Nordamerika (z. B. zu Gouvernor in New-York).

§. 76. 4. Granat.

[Synom: Kalkthongranat, Kalkgranat, Eisenthongranat, Manganthongranat, Grossular, Pyrop, Kaneelstein, Hessonit, Romanzowit, Kolophonit, Melanit, èdler Granat, Spessartin, Topazolith, Rothhoffit; edler und gemeiner Granat oder Aplom (lauter Abarten des Granates). — Carbunculus oder Carfunkel des Plinius. — Grènat im Franz.; Garnet im Engl.]

§. 76a. Gestaltung: Tesserale Formen, namentlich Rhombendodekaëder (Fig. 12), seltener Ikositetraëder oder Hexakisoctaëder; ausserdem Combinationen:

a. vom Ikositetraëder mit Rhombendodekaëder durch Abstumpfung der 12 rhombischen Ecken der ersteren Form;
b. vom Rhombendodekaëder mit Ikositetraëder durch Abstumpfung der Dodekaëder-Kanten. (Vorzüglich schön an dem Eisengranat von Schmiedefeld am Thüringer Walde; dann an der Mussaalp in Pie-

mont, am Gotthard, an der Cimatasta in Südtyrol und am Melanit von Frascati);

c. vom Rhombendodekaëder mit Hexakisoctaëder, wenn auf den abgestumpften Kanten des Dodekaëders zwei Zuschärfungsflächen sitzen (z. B. bei Orawicza im Banat);

d. vom Rhombendodekaëder mit Octaëder (durch Abstumpfung der trigonalen Ecke), oder mit Hexaëder (durch Abstumpfung der tetragonalen Ecke), jedoch äusserst selten (nach G. Rose).

Würfel und Octaeder sind seltene Erscheinnngen; jedoch hat man nach Naumann erstere im Pfitschthale und letztere auf Elba beobachtet. — Endlich auch krystallinische Körner oder derbe Massen mit körnigem bis dichtem Gefüge. Die Krystalle erscheinen eingewachsen in der Masse von Felsarten, oder drusenweise aufgewachsen.

Zusatz:

1) Bemerkenswerth erscheint es noch, dass Granatkrystalle bisweilen nur äusserlich aus Granatmasse bestehen, während ihr Inneres mehr oder minder ganz mit anderen Mineralien erfüllt ist. Die gewöhnlichsten Ausfüllungen dieser sogenannten Perimorphosen sind Gemenge von Calcit, Magneteisen und Quarz oder auch Glimmer, Chlorit, Tremolit, Idokras etc. (vergl. unten beim Verwitterungsprocess).

2) Fundorte ausgezeichneter Krystalle sind: Arendal, Dannemora, das Tremolathal, der Monzoniberg, das Pfitsch-, Passeyer- und Zillerthal in Tyrol, Ciklova im Banat, Frascati, Vesuv; Sibirien namentlich am Wiluifluss; Ceylon; am Schuylhill bei Philadelphia etc.

§. 76b. Physicalische und chemische Eigenschaften. — Die Krystalle sind höchst unvollkommen spaltbar in der Richtung der Dodekaëderflächen, der Bruch aber ist muschelig oder auch uneben und splitterig. — Härte — 6,5—7,5. Das spec. Gewicht = 3,5—4,3; jedoch hat man beobachtet, dass dasselbe beim Schmelzen der Granate häufiger geringer wird, (wahrscheinlich weil in Folge der Glühung die chemischen Bestandtheile ihre Lage zu einander ändern und dadurch eine Lockerung des inneren Gefüges entsteht). Auf diese Weise fand

v. Kobell, dass ein Granat aus dem Zillerthal 0,02 und ein Melanit von Frascati sogar 1,61 von seinem Gewichte verlor;

Magnus, dass ein Grossular 0,12, und ein Kaneelstein 0,25 - 0,34 von seinem Gewichte verlor.

Die Farbe sehr verschieden je nach der chemischen Zusammensetzung, jedoch am häufigsten braun- bis blutroth, oder gelbroth bis gelbbraun, seltener honiggelb, grün oder schwarz, am seltensten farblos oder weiss; der Glanz theils starkglasig, theils auch fettig: durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. Im Ritze stets weiss. — Bisweilen auf die Magnetnadel wirkend, was namentlich nach dem Glühen von Granaten hervortritt.

Vor dem Löthr. schmelzen die meisten Granate mehr oder weniger leicht zu grünem, braunen oder schwarzen Glase, welches oft magnetisch ist. Nur der Kalkeisengranat zeigt sich strengflüssig. Mit Phosphorsalz oder Borax reagiren viele auf Eisen, Mangan oder auch Chrom. — Durch Salzsäure werden die meisten Granate angegriffen, ohne vollständig zersetzt zu werden; bei manchen erfolgt hierbei ein mehr oder minder starkes Aufbrausen. Nach vorhergegangener Glühung oder Schmelzung werden sie jedoch alle, — am leichtesten die kalkreichen — durch Salzsäure unter Bildung von Kieselgallerte vollständig zersetzt.

§. 76c. Chemische Zusammensetzung. Obgleich die Zusammensetzung der einzelnen Abarten des Granates sich sehr verschiedenartig und schwankend zeigt, so kann man doch im Allgemeinen sämmtliche Granate unter die Formel $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + \ddot{\bar{R}} \ddot{Si}$ bringen und sie als Singulosilicate von Monoxyden und Sesquioxyden betrachten, in denen die Monoxyde (= $\dot{R}$) durch die isomorphen Basen Kalkerde, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, die Sesquioxyde (= $\ddot{\bar{R}}$) durch die isomorphen Basen Thonerde, Eisenoxyd und Chromoxyd gebildet werden. — Je nachdem nun in ihrem Bestande die Thonerde oder das Eisenoxyd vorherrscht, kann man die Granate in 2 Reihen, nämlich

I) in Thonerdegranate, welche 19—28,5 pCt. Thonerde enthalten;

II) in Eisengranate, welche 27—31,1 pCt. Eisenoxyd besitzen,

theilen. Je nachdem nun weiter in einer dieser beiden Reihen die Kalkerde, Magnesia, das Eisenoxydul oder Manganoxydul vorwaltet, zerfallen die Thonerdegranate

1) in Kalkthongraute, welche im Allgemeinen 24—37 pCt. Kalkerde;
2) in Eisenthongranate, welche 34—42 pCt. Eisenoxydul;
3) in Talkthongranate, welche 10—14 pCt. Magnesia,
4) in Manganthonerdegranate, welche 27—32 pCt. Manganoxydul besitzen.

Zwischen diesen 4 Gruppen liegen aber auch noch Granate, in welchen sich die isomorphen Basen $\dot{R}$ so vertreten, dass eigentlich keine derselben vorragt.

Die Eisengranate dagegen haben alle unter den Basen $\dot{R}$ Kalkerde als vorherrschenden Bestandtheil, so dass sie fast alle als Kalkeisengranate angesehen werden müssen.

Bemerkenswerth erscheint es noch, dass die Alkalien in dem Bestande der Granate eine höchst untergeordnete Rolle spielen oder auch ganz fehlen, so dass man bis jetzt in frischen Granaten gar kein Natron und nur selten Spuren von Kali (in einem gelben Granat von Altenau am Harze 2,35 und in einem eben solchen von Långbanshytta 0,98) und in einem sich zersetzenden Granate von Schwarzenberg in Sachsen 0,35 Natron gefunden hat.

§. 76d. **Arten und Abarten des Granates.** In die eben aufgestellten Reihen und Gruppen lassen sich die bis jetzt bekannt gewordenen Granatarten in folgender Weise vertheilen:

I. **Thongranate** und zwar:

a. **Kalkthongranate** (mit wenigstens 30 pCt. Kalkerde und höchstens 12 pCt. Eisen)

1) **Weisser Granat**: derb, fast farblos oder **weiss**. Ohne oder höchstens mit 2 pCt. Eisenoxyd. — Tellemarken; Schimskaja Gora; Orford in Canada.

2) **Honiggelber Granat oder Kaneelstein** (Hessonit): Körner, Geschiebe; seltner Krystalle; körnige Aggregate. **Gelbroth, honiggelb**, hyacinthroth; oft Kantiszucker ähnlich; durchsichtig bis durchscheinend. — Mit 3—6 pCt. Eisenoxydul. — Ceylon, Malsjö, Pargas, Piemont, Vesuv, St. Gotthard; Mexico.

3) **Grüner Granat oder Grossular**: Leucitoëder oder Granatoëder; derbe Aggregate mit körnigem oder dichten Gefüge. — Vorherrschend **stachelbeer- oder ölgrün**, aber auch grünlich weiss oder grünlich grau; durchsichtig bis durchscheinend. — Härte = 6,5—7; spec. Gew. = 3,4—3,7. Mit 6—10 pCt. Eisenoxyd. — Oberungarn und Banat (Szaska, Csiklova, Oravicza, Dognaeska, Rézbánya; an allen diesen Orten mit Erzen verschiedener Art, Wollastonit, Calcit, Vesuvian, Epidot, Tremolit, Quarz); Monzoniberg in Tryol; Statoust; Miask (wo er den Kern eines Serpentinhügels bildet); Wiloifluss bei Irkutsk etc.

b. **Eisenthongranate** (mit wenigstens 34 pCt. Eisenoxydul und höchstens 6 pCt. Kalkerde.)

4) **Blutrother Granat, Almandin oder edler Granat**: Krystalle, Körner, körnige bis dichte Aggregate. Vorherrschend **blut-, kirsch-, braunroth** oder rothbraun; durchsichtig bis undurchsichtig. — Härte = 7—7,5; spec. Gew. = 3,8—4,3. — Vorherrschend in Glimmergesteinen, aber auch in anderen Felsarten. Sehr grosse Krystalle im Zillerthale und bei Fahlun. (Enthält neben 1—6 pCt. Kalkerde oft auch 1—6 pCt. Magnesia.)

c. **Manganthongranate** (mit 27,36—32,18 Manganoxydul).

5) **Mangangranate**: Hyacinth- oder braunroth; durchscheinend. — Härte = 7—75; spec. Gew. = 3,98—4,27. Mit Borax v. d. L. ein amethystfarbiges Glas gebend. — Im Granit des Spessarts und von Haddam und Broddlo.

d. **Magnesiathongranate** (mit wenigstens 13 pCt. Magnesia).

6) **Talkgranat** (edler Almandin z. Th.): **Schwarz**, undurchsichtig; wenig fettig glänzend; im Ritze dunkelgrau. Härte = 6,5—7; spec. Gew. = 3,157. — Mit 13,43 Magnesia, 6,53 Kalkerde, 9,29 Eisen-

oxydul, 6,27 Manganoxydul, 22,47 Thonerde und 42,45 Kieselsäure. — Arendal.

[. Eisengranate. Sie enthalten alle Kalkerde.

7) Gemeiner oder brauner Granat (Aplom und Allochroit): Krystalle; körnige bis dichte Aggregate. Vorherrschend braun ins Gelbe und Grünliche; durchscheinend bis undurchsichtig; glasglänzend. — Mit 32,76 Kalkerde. — Häufig auf untergeordneten Eisen- und Magneteisensteinlagern, seltner auf Gängen oder in Felsarten eingewachsen. Am Crux bei Schmiedefeld auf dem Thüringer Walde kommen schöne Krystalle (oft Combinationnen vom Octaëder mit Ikositetraëder) vor, bisweilen auch solche, welche inwendig hohl sind und zwei kleinere Granate umschliessen, die durch eine Kalkspathrinde von dem Umhüllungskrystalle getrennt sind. Bemerkenswerth erscheint bei dieser letzteren Erscheinung, dass die Flächen der beiden Kernkrystalle ganz parallel mit den Flächen des Umhüllungskrystalles liegen.

8) Honiggelber Eisengranat oder Kolophonit: Körnige Aggregate. Gelbbraun und schwarzbraun; firnissglänzend; durchscheinend. — Spec. Gewicht = 3,43. Auf Magneteisenlagern bei Arendal, gewöhnlich von Calcit umgeben.

9) Schwarzer Eisengranat oder Melanit. Krystalle mit meist abgestumpften Kanten. Sammtschwarz; undurchsichtig. Mit 28 Eisenoxydul und 31,8 Kalkerde. — In kleinen Stücken dem Magnet folgend. — In Drusenräumen der Sommablöcke; in den vulcanischen Tuffen von Frascati bei Rom, daselbst auch in losen Krystallen.

I. Chromgranate (mit 2—3 Chromoxyd oder Chromsäure).

10) Pyrop (Karfunkel oder böhmischer Granat). Meist in Körnern, selten in Würfeln. Blutroth; glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend. Bruch vollkommen muschelig. — Härte = 7,5; spec. Gewicht = 3,69 – 3,78. Vor d. L. schwarz und undurchsichtig werdend, dann aber beim Abkühlen sich wieder roth färbend. — Mit 41,35 SiO^2; 22,35 Al^2O^3; 15 MgO; 9,94 FeO; 4,17 CrO; 2,59 MnO und 4,29 CaO. — Bei Zöblitz im Serpentin eingewachsen; auch am Stiefelberg bei Meronitz in Böhmen.

Hierher gehört auch der prächtig grüne Uwarowit von Bissersk am Ural, welcher 21—22 pCt. Chromoxyd, 1—2 Eisenoxydul, 30—33 Kalkerde, 1 1,5 Magnesia, 5,8—6,2 Thonerde und 35,5—37,11 Kieselsäure enthält.

Unter den eben angegebenen Granaten sind hauptsächlich der Grosular, Almandin und gemeine Granat von geologischem Interesse. on ihnen ist daher im Folgenden namentlich die Rede.

§. 76e. **Verwitterung und Umwandlung.** — 1) **Verwitterung der Granate.** — Im Glimmerschiefer des Passeyer- und Zillerthales in Tyrol findet man oft Almandinkrystalle, welche, soweit sie aus der sie umgebenden Glimmermasse hervorragen, mit einer theils schmutzig ockergelben, theils schwarzgrauen, etwas magnetischen, Rinde von Eisenoxyd oder Eisenoxyduloxyd überzogen sind, während derjenige Theil von ihnen, welcher abwärts in der Glimmermasse verborgen steckt, ganz frisch glänzend und blutroth ist. Offenbar wird jener ockergelbe oder schwarzgraue Ueberzug durch den atmosphärischen Sauerstoff hervorgebracht, welcher den Eisenoxydulgehalt von der Oberflächenmasse des Almandins höher oxydirt und dadurch die Verwitterung des letzteren herbeiführt. — In demselben Glimmerschiefer bemerkt man aber auch hie und da, dass einerseits der Glimmer in der nächsten Umgebung der Almandinkrystalle ringsum diese letzteren herum in eine ockergelbe thonerdige Zone umgewandelt ist, und andererseits dann die Almandine selbst an der Berührungsstelle des Glimmers einen in ihre Masse eingeäzten Ring zeigen, welcher graugrün erscheint und wie Chlorit (?) sich verhält. Diese Erscheinung ist wohl einfach dadurch zu erklären, dass an den Berührungsstellen des Glimmers mit den Granaten durch den wechselnden Einfluss der Temperatur zuerst Risse in der Steinmasse entstehen, in denen dann die Atmosphärilien fester haften und in Folge davon stärker auf die Glimmermasse einwirken können. Indem aber hierdurch nun der Magnesia haltige Glimmer zu ockergelben Thon umgewandelt wird, entsteht zugleich durch Einfluss des Kohlensäure haltigen Atmosphärenwassers gelöste kieselsaure Magnesia, welche ihrerseits nun wieder die Almandin-Krystalle anätzt und hierdurch den oben beschriebenen chloristischen (?) Ring an der Oberfläche desselben erzeugt. — An der Oberfläche des Zöblitzer, Pyrop haltigen, Serpentines findet man ferner eine ähnliche Erscheinung. Auch an diesem Gesteine ist nämlich in der nächsten Umgebung der eingewachsenen Pyrope die dunkelgrüne Serpentinmasse oft in eine grünlichweisse, Walkerthon ähnliche, Substanz umgewandelt, während andererseits, wenigstens an mehreren Stellen, die Pyrope mit einer weissen Talkrinde überzogen erscheinen. — In einem mir vorliegenden Exemplare blauen Calcites von Csiklova ferner liegen schöne grüne Grossulare, welche mit einer Rinde von Wollastonit (kieselsaurem Kalk) überzogen sind, welcher von Aussen her strahlig ins Innere der Grossulare eindringt. Ebenso besitze ich Grossulare von Statoust, welche äusserlich in kohlensauren Kalk umgewandelt sind. Endlich kommt der gemeine Granat am Crux bei Schmiedefeld gar nicht selten von Aussen nach Innen in eine braune, mit Säuren brausende, also Calcit haltige, Masse umgewandelt vor. Bei diesem Granate habe ich aber noch eine andere Erscheinung beobachtet. Derselbe ist nämlich häufig entkantet oder doch parallel mit seinen Kanten nach der Mitte der Dodekaëderflächen hin zartgestreift.

(was man meist erst unter der Loupe bemerkt). Und grade an diesen entkanteten oder an der Oberfläche gestreiften Krystallen scheint die Verwitterung am leichtesten und ersten Wurzel gefasst zu haben; denn an diesen gestreiften Stellen erscheinen die Granatkrystalle unter der Loupe, ja bisweilen schon dem blossen Auge, rauh, fast blätterig, mürbe und mit Säuren brausend, während die übrigen, nicht gestreiften Stellen der Krystallflächen glatt und spiegelnd sind und nicht mit Säuren brausen. Bisweilen trifft man unter diesen Krystallen auch solche, welche äusserlich noch frisch erscheinen, aber beim Drücken auf ihre Kanten einbrechen und innerlich einen hohlen, ganz oder theilweise mit äusserst feinen Calcitkrystallchen erfüllten, Raum zeigen; ja in dem oben schon erwähnten Falle liegt ein Krystall vor, welcher unter einer scheinbar frischen Oberfläche zunächst eine mit Calcit erfüllte Schale und unter dieser zwei kleinere, angeätzte Granatoëder zeigt, deren Krystallflächen parallel mit den Flächen des Muttergranates liegen. — Reihe ich zuletzt diesen Thatsachen noch die von G. Leonhard (im Neuen Jahrb. der Min. 1841. S. 75) mitgetheilte Erscheinung an, dass bei Arendal entkantete Rhombendodekaëder des Grossulars, äusserlich stark angewittert und in ihrem Innern mit krystallisirtem Wernerit und Epidot angefüllt vorkommen, und dass nach Cotta (Erzlagerstätten im Banat und Serbien, S. 83) bei Oravicza und Csiklova oft Granate gefunden werden, welche ein Kerngemenge von Wollastonit, Kalkspath, Tremolit, Grossular, Kupferglanz, Buntkupfererz und Quarzkörnern einschliessen, so stehen meine oben angeführten Thatsachen nicht vereinzelt da.

Bemerkung. Breithaupt theilt in Poggendorfs Annal. (Bd. LX. 594) von einem schwärzlichgrünem Aplom aus der Gegend von Schwarzenberg mit, dass derselbe an der einen Seite noch ganz frisch war, und am Stahle funkte, dagegen nach der anderen Seite hin halbhart bis weich war und nur noch ein spec. Gewicht = 2,775 zeigte, während dass des frischen Aploms zwischen 3,65 u. 3,85 fällt. Der erwähnte Aplom hatte also auf der einen Seite an Masse und Dichtigkeit verloren.

Aus allen eben mitgetheilten Thatsachen geht demnach zur Genüge hervor, dass auch die Granate trotz ihrer unvollkommenen Spaltbarkeit unter gewissen Verhältnissen der Verwitterung oder Zersetzung durch die Atmosphärilien (d. i. durch das mit Sauerstoff und Kohlensäure versehene Atmosphärenwasser) unterliegen. Dies gilt ganz besonders von den Kalkerde- oder eisenoxydulreichen Kalkthon-, Eisenthon- und Eisengranaten, deren Kalkerde durch die Kohlensäure löslich gemacht, während ihr Eisenoxydul durch den Sauerstoff in Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyduloxyd (Magneteisen) umgewandelt und hierdurch aus seiner Verbindung mit der Kieselsäure ausgeschieden wird. Gefördert wird diese Art der Zersetzung einerseits durch die Form der Granatkrystalle, der zu Folge die Combinationen des Dodekaëders mit dem Ikositetraëder oder dem Hexakisoctaëder, — selbst wenn dieselben nur durch Streifung der Krystalloberflächen ange-

deutet sind —, leichter angegriffen werden als die einfachen Dodekaëder, weil die Combinationskanten oder Streifen die glatte Oberfläche der einfachen Krystalle unterbrechen und rauh machen, so dass die Atmosphärilien besser haften können. Andererseits trägt aber auch die Gesteinmasse, in welcher die Granate eingebettet liegen, viel zur Zersetzung der letzteren bei, wenn dieselbe bei ihrer eigenen Verwitterung Stoffe producirt, durch welche die Granatmasse angeätzt werden kann. Dies ist unter anderem der Fall, wenn sie kiesel- oder kohlensaure Magnesia oder auch lösliche kieselsaure Alkalien erzeugt.

Es fragt sich nun, welche Stoffe zunächst aus der Granatmasse hervorgehen, wenn dieselbe einfach von dem mit Sauerstoff und Kohlensäure beladenen Atmosphärenwasser angegriffen wird, wenn also derselben keine neuen Mineralsubstanzen zugeführt, sondern nur Bestandtheile entzogen werden.

Soweit meine bis jetzt gemachten Erfahrungen reichen, so sind bei normal vor sich gehender Verwitterung die allgemeinsten Zersetzungsproducte:

bei:	im I. Verwitterungstadium	im II. Stadium
Thonkalkgranaten, namentlich beim Grossular.	eine Calcit- oder Wollastonitrinde, welche mehr oder minder deutlich die Oberfläche der Krystalle überzieht, bei rauher Oberfläche der letzteren aber auch in deren Inneres eindringt. Bei der Entstehung von Calcit bildet sich auch Quarz, welcher bisweilen in pulveriger Untermengung mit Calcit das Innere der Krystalle ausfüllt, was (nach meinen Erfahrungen) namentlich bei gestreiften Combinationskrystallen vorkommt.	eine unrein bräunliche, meist etwas Kalk haltige Thonmasse (unreines Steinmark oder auch wohl Agalmatolith). In der Regel enthält diese Thonmasse pulverige Kieselsäure beigemischt.
Eisenthongranaten, namentlich beim Almandin.	eine zuerst meist unreinbraune oder schwarzgraue, dann oft auch ockergelbe bis lederbraune Eisenoxydrinde, welche bisweilen magnetisch ist und dann fast aus reinem Magneteisenerz besteht. In einzelnen Fällen bemerkt man das Aeussere der Krystalle frisch, aber ihr Inneres ausgefüllt mit einem Gemenge von Quarz- und Magneteisenpulver.	eine leder- bis rothbraune, bisweilen auch mit Säuren brausende, thonige Substanz, welche, wie oben, oft Quarzpulver beigemengt enthält.
Eisengranaten, namentlich beim gemeinen Granate oder Aplom.	zuerst eine schwarzgraue, magnetische Eisenoxydrinde, dann unter dieser eine Calcitrinde. Auch hier trifft man namentlich bei gestreiften Krystallen das Aeussere oft scheinbar frisch, das Innere aber mit einem Gemenge von Calcit, Quarz und Magneteisen angefüllt.	eine rauh anzufühlende, unrein leder- bis pisterbraune, meist in Säuren brausende, beim Schlämmen Quarzpulver abscheidende thonige Masse.

Aus der eben angegebenen Uebersicht geht also hervor, dass die allgemeinsten Verwitterungsproducte der Thonkalk-, Thoneisen- und Eisenkalkgranate Brauneisenerz, Magneteisenerz, Calcit, Quarz (oder statt dieser beiden in einzelnen Fällen kieselsaurer Kalk d. i. Wollastonit) und eine in der Regel mit pulveriger Kieselsäure oder auch wohl mit Kalk untermengte, mehr oder weniger eisenschüssige Thonsubstanz sind. Nicht unerwähnt darf hierbei bleiben, dass, soweit meine Erfahrungen reichen, die meisten — vielleicht alle — Eisenoxydul- oder Kalkerde haltigen Granate in ihrer Masse mehr Kieselsäure zeigen, als zu ihrer Constitution gehört, sobald dieselben in das erste Stadium ihrer Verwitterung getreten sind. Schon v. Kobell (Kastner's Archiv. Bd. X. 23) deutet darauf hin, dass ein Theil der Kieselsäure bei vielen Granatarten als eingemengt betrachtet werden müsse, wenn man aus den Sauerstoffmengen der Basen die Menge der Kieselsäure berechnet. Sollte dieser Ueberschuss der Kieselsäure nicht eben dadurch hervorgerufen werden, dass nach Adscheidung der mit ihr verbundenen Kalkerde durch kohlensaures Wasser die Kieselsäure noch mit der vorhandenen Granatmasse in mechanischer Mengung zurückbleibt? — Endlich ist hier noch anzudeuten, dass die oben erwähnte Erscheinung, bei welcher Granate, die äusserlich scheinbar noch ganz frisch sind, Gemenge von Calcit und Quarz oder Magneteisen (oder auch Brauneisenerz), Quarz und Calcit umschliessen, von mir nur an angewitterten oder gestreiften Krystallen beobachtet worden ist; ob dies aber in allen Fällen so stattfindet, das kann ich vorerst noch nicht entscheiden. Es ist wohl auch möglich, dass Knötchen von den eben genannten Substanzen die Haftpunkte bilden, um welche herum sich die Granatmasse aus ihrer Lösung absetzte.

2) Die Metamorphose der Granate besteht, wie überall, in einer Umwandlung oder Zersetzung dieser Minerale in mehrere andere krystallische Minerale und wird theils durch eine einfache Ausscheidung von vorhandenen Bestandtheilen, theils durch einfache Zuführung von neuen Bestandtheilen zu den schon vorhandenen, theils auch durch Zuführung von neuen und damit zugleich verbundener Ausscheidung von vorhandenen Massetheilen vollbracht. Die erste Art der Umwandlung wird einfach durch die Atmosphärilien ausgeführt und fällt im Allgemeinen insofern mit der schon betrachteten Verwitterung der Granate zusammen, als gewöhnlich ihr letztes Umwandlungsproduct ein nicht krystallinisches Mineral (Thon, Kaolin, Walkererde, Agalmatolith) ist, Die zweite und dritte obengenannte Umwandlungsweise dagegen wird durch kohlensaure Lösungen vorzüglich von kohlensaurer oder kieselsaurer Magnesia oder auch von kieselsaurem Kali hervorgerufen und zeigt in der Regel als ihr letztes Product ein krystallisches Mineral, welches vorherrschend kieselsaure Magnesia (oder auch wohl kieselsaures Kali) theils mit theils ohne Kalkerde enthält. Diese Art der Zersetzung geht hauptsächlich nach dem Gesetze vor sich: Die schwer-

lösliche Magnesia giebt beim Eindringen in die Granatmasse ihre Kohlensäure an die Kalkerde ab, wodurch diese leicht löslich und auslaugbar wird, und setzt sich an die Stelle der letzteren, indem sie deren Kieselsäure mit sich verbindet. — Da man nun diese Umwandlungsweise, wie auch bei der Verwitterung schon bemerkt worden ist, bis jetzt vorzüglich an Granaten in verwitterndem Glimmerschiefer, Gneiss, Hornblendeschiefer und Serpentin bemerkt hat, so ist zu vermuthen, dass erst durch die Zersetzung dieser Mineralmassen die zur Umwandlung der Granate nöthigen Agentien geliefert werden.

Unter den bis jetzt beobachteten Umwandlungsproducten des Granates sind nun im Allgemeinen zweierlei Gruppen hervorzuheben, von denen

die erste Gruppe die durch die Atmosphärilien erzeugten Auslaugungsproducte des Granates umfasst. Zu ihnen gehören die schon oben erwähnten Verwitterungsproducte.

Calcit,	**Eisenspath,**
Wollastonit.	**Magneteisen,**
Dolomit,	**Brauneisenerz,**
Bitterspath,	**Eisenglanz,**

dabei auch stets
Quarz.

Tritt zu dem Eisengehalte der Granate Schwefelwasserstoff-Ammoniak, so entstehen Eisenkiese, durch deren Verwitterung Schwefelsäure sich bildet, welche theils die Kalkerde der Granate, theils den Calcit in Gyps umwandelt.

die zweite Gruppe die durch Aufnahme von Magnesia oder Kali hervorgebrachten Umwandlungen enthält. Sie sind aber selbst wieder von doppelter Art.

Die Einen entstehen durch Aufnahme von Magnesia und dabei stattfindender Ausscheidung aller übrigen Basen des Granates:
Serpentin,
Chlorit,
Talk.
(Speckstein.)

Die Anderen entstehen durch Aufnahme von Magnesia (und Kali) und

unter Abscheidung von Kalk	unter Beibehaltung des Kalkes
Magnesiaglimmer.	Vesuvian. Epidot(?)

Belege für die eben angegebenen Thatsachen sind unter vielen anderen namentlich folgende:

1) Ich besitze von Csiklova eine blaue Kalkspathstufe mit Grossularen, welche mit einer, strahlig in ihr Inneres eindringenden, Rinde theils von Wollastonit theils von Calcit überzogen ist, während die Grossularmasse selbst von nicht erkennbarem kohlensauren Kalk durchzogen ist, da sie mit Säuren aufbraust.

2) Ein gemeiner Granat von Schmiedefeld am Thüringer Wald besteht fast ganz aus einem Gemenge von thonigem Rotheisenstein, obgleich seine an der Oberfläche ikositetraëdrisch gestreifte Krystallgestalt gut erhalten erscheint. An demselben Orte hat man auch schon Eisengranate mit einer Eisenglanzrinde gefunden, welche noch schwach auf den Magnet einwirkte und vermuthlich theilweise aus Eisenoxyduloxyd bestand. — Auch auf der Grube Carolus bei Moravicza kommen nach Cotta (a. a. O. S. 74) Pseudomorphosen von Eisenglanz und

Eisenglimmer noch Granat vor. — Endlich hat auch Reuss nach Blum zollgrosse Granat-Leucitoëder bei Neudeck im Egerer Kreise gefunden, welche in ihrem Innern ganz oder theilweise aus Brauneisenstein bebestehen.

3) Dass Granatmassen überhaupt, sobald sie in Verwitterung begriffen sind, sehr häufig kohlensauren Kalk enthalten, haben schon Bucholz an braunen Kalkgranaten von der Grube Johannes bei Schmiedefeld, und Trolle-Wachtmeister an Kalkgranaten von Langbanshytta, Hesselkulla und Arendal beobachtet (vgl. Poggendorfs Annal. II. S. I. ff.). — In einer schönen Stufe von Arendal, welche ich durch Dr. Krantz in Bonn erhalten habe, sitzen zwischen grossblättriger Hornblende Almandinkrystalle von der Grösse einer Erbse. Einige dieser letzteren sind in ihrem Innern ganz mit Kalkspath erfüllt, an zwei anderen ist die Granatmasse ganz verschwunden und durch Calcit ersetzt, so dass der letztere eine wahre Pseudomorphose nach Granat bildet.

4) Nach Bischof (Chem. Geol. II. 482) finden sich zu Alabaschka bei Mursinsk blutrothe Granatkrystalle im Granit, die bisweilen mit Quarz in einzelnen Körnern und in solcher Menge durchwachsen sind, dass die Masse des Quarzes mehr Raum einnimmt, als die des Granates. — Dass diese Quarzkörner dadurch entstanden sind, dass den Granaten zum Theil ihr Eisenoxydul und ihre Kalkerde entzogen und hierdurch die vorher mit ihnen verbunden gewesene Kieselsäure freigeworden ist, erscheint nicht unwahrscheinlich; wenigstens spricht dafür die oben schon erwähnte Thatsache, dass man so häufig mehr Kieselsäure in der Granatmasse gefunden hat, als zur Sättigung ihrer sämmtlichen Basen nöthig ist. — Bei Schmiedefeld hat man auch schon angewitterte Granate gefunden, welche mit einer, nach dem Innern der Granatkrystalle eindringenden, zarten Bergkrystallrinde überzogen waren.

5) Beim Bergdirektor Danz zu Herges sah ich eine Glimmerschieferstufe mit wallnussgrossen Almandinkrystallen, welche mit einer, in die Krystallmasse eindringenden Eisenkiesrinde überzogen waren. Einer dieser Krystalle, welcher angebrochen war, zeigte unter der Loupe auch in seiner inneren Masse neben graulichen, fettigglänzenden Quarzkörnchen Flimmerchen (Lamellen) von Eisenkies.

6) Gyps habe ich selbst noch nie als Ueberzug oder als Einmengung an Granaten beobachtet; wohl aber hat man nach Bischof (Geol. II. 475) schon Gypsspathkrystalle im Innern von Pyropkörnern zu Meronitz in Böhmen gefunden. Ob aber diese erst durch Zersetzung der Pyropmasse entstanden sind, oder schon früher, als diese letztere, vorhanden waren, das ist schwer zu entscheiden, wenn man

nicht weiss, ob die sie bergenden Granate noch im frischen Zustande sich befinden oder nicht.

7) Freiesleben beschreibt (in dem Jahrb. für den sächs. Berg- und Hüttenmann 1846. S. 39) Pseudomorphosen von Serpentin nach Granat bei Breitenbrunn und Bergmannsgrün unweit Schwarzenberg in Sachsen. Der unrein dunkelgrüne Serpentin zeigte sich dabei stellenweise mit Magneteisen untermengt. — Auch G. Rose beschreibt im II. Bande seiner Uralreise (S. 98) Serpentinhügel in der Gegend von Miask, welche einen aus dichtem Granat bestehenden gangförmigen Kern umschliessen und ganz das Ansehen haben, als sei der Serpentin erst aus dem Granate entstanden. — Endlich tritt auch Serpentin bei Rézbánya unter Verhältnissen auf, dass man ihn für ein Umwandlungsproduct des Granates halten muss.

8) Bei Zöblitz in Sachsen trifft man, wie oben schon angegeben, Serpentin rings um die von ihm umschlossenen Pyropkörner in eine Art Walkererde (Pyknotrop nach Breithaupt) umgewandelt, während die an diesen Stellen in ihm liegenden Pyrope theils nur an ihrer Oberfläche, theils an dieser und auch auf Rissen in ihrer Masse, theils auch ganz in ein Aggregat von weissen, perlmutterig glänzenden Talkschüppchen umgewandelt erscheinen (vergl. Blum, Pseudomorph. S. 110 u. 136). — Ich selbst besitze durch die Güte des Dr. Krantz eine solche Pyropstufe, in welcher nicht nur der, die Pyropwürfel umschliessende Serpentin in Pyknotrop umgewandelt erscheint, sondern auch die Pyrope selbst von Talklamellen durchzogen sind. An dieser, aus Meronitz in Böhmen stammenden, Stufe bemerkt man aber noch zwei andere Erscheinungen, nämlich einerseits deutliche Uebergänge des Pyropes in Serpentin und andererseits in Zersetzung begriffene Pyrope eingebettet in Halbopal.

9) Die Umwandlung der Granate in Chlorit ist vielfach beobachtet worden. Breithaupt beschreibt Aplome von Schwarzenberg in Sachsen, welche in eine dunkelgrüne chloritische Masse übergehen. Blum beschreibt (in dem Nachtrag den Pseudomorph. S. 88) Pseudomorphosen von Sparrenberg im Fichtelgebirge, welche bei erhaltener Krystallgestalt der Granate theils ganz in eine weiche, grünlichschwarze, höchst feinschuppige Chloritmasse umgewandelt sind, theils noch einen frischen Granatkern enthalten, Auch erwähnt er dodekaëdrische Granatkrystalle von demselben Fundorte, welche in einer chloritischen Masse liegen, und von denen einige mit Kalk- oder Bitterspath bedeckt sind.

10) Ich besitze eine Glimmerschieferstufe aus der Gegend von Zell im Zillerthale, in welcher 1½ Zoll grosse Almandinkrystalle sitzen, von denen der eine äusserlich von graulichweissen Magnesiaglimmer-

schuppen in der Weise bedeckt wird, dass diese Schuppen stets aus den Streifungsspalten der Granatoberfläche hervortreten, während der andere an seiner Bruchfläche aus abwechselnden Lagen theils von Glimmer und Granatmasse, theils von Glimmer, Quarzkörnern und ockergelbem halbzersetzten Granat besteht. — Im Mineralienkabinete zu Würzburg habe ich Granate von Aschaffenburg gesehen, welche theils in Chlorit, theils in Glimmer umgewandelt waren, theils auch ganz von Quarz durchsetzt erschienen.

11) Im Würzburger Mineralienkabinete hat mir Sandberger einen Melanit von Arendal gezeigt, welcher von Aussen nach Innen in Epidot umgewandelt erschien.

12) Bei Cziklova und Rézbánya sind Umwandlungen oder wenigstens Uebergänge des Grossulars und gemeinen Granates in Vesuvian, ja auch in Epidot beobachtet worden. Endlich theilt G. Leonhard (im N. Jahrb. für Miner. 1841. 75) mit, dass ein Granatkrystall von Arendal, welcher sehr stark verwittert war, im Innern mit Wernerit und Epidot in noch nicht vollendeter Ausbildung angefüllt waren.

3) Die Perimorphosen der Granate. — Ehe wir die Umwandlungen der Granate verlassen, ist es nothwendig, noch einer eigenthümlichen Erscheinung zu gedenken, welche sehr häufig bei Granaten beobachtet wird und schon zu sehr verschiedenen Deutungen Veranlassung gegeben hat.

Die eben beschriebenen Umwandlungsproducte der Granate nämlich erscheinen oft innerhalb der Masse wenigstens scheinbar ganz frischer Granatkrystalle, theils in gleichmässiger Untermengung mit derselben, theils lagenweise in ihr vertheilt, theils auch in körniger Mengung unter sich, aber nicht mit der Granatmasse, und dann eine Art Kern darstellend, um welchen herum der Granatkrystall selbst eine, oft nur dünne, Schale bildet. In dieser Weise findet man, wie oben schon bemerkt worden ist, Granatkrystalle, welche Quarzkörner, Magneteisen-, Calcit- und Wollastonitkrystallchen, Eisenglanz-, Glimmer- und Chloritblättchen umschliessen. Zugleich aber bemerkt man auch theils für sich allein, theils in Untermengung mit den eben genannten Umwandlungsproducten im Innern namentlich von Grossular- und Almandinkrystallen Körner und Krystalle von Kalktalkhornblenden, so von Tremolit, Grammatit, Strahlstein und basaltischer Hornblende, ferner von Vesuvian und Epidot, ja selbst von Gold-, Kupfer- und Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w., endlich auch sogar von anderen Granatarten, als die des umschliessenden Granates. Man hat nach Scheerer diese eigenthümlichen Bildungen Perimorphosen genannt.

In dieser Weise zeigt mir ein Bruchstück von einem Syenitgranit-Findling aus der Gegend von Travemünde zahlreiche hasel- bis wallnussgrosse, ganz frische, blutrothe Almandinkrystalle, von denen einige beim

Zerschlagen in ihrem Innern ein körnig-blätteriges Gemenge von Granat, Quarz und Glimmer, andere nur ein Gemenge von Granat und Quarz und noch andere gut ausgebildete, zum Theil schon mit blossem Auge erkennbare, schwarze Hornblendekryställchen in ihrer Masse eingebettet zeigen. Bemerkenswerth erscheint noch an diesem Bruchstücke, dass gerade diejenigen Almandine, welche innerlich Quarz und Hornblende enthalten, äusserlich einerseits auch mit diesen Mineralien theilweise bedeckt sind, ja an mehreren Stellen sogar die sie umgebenden Hornblende-, Quarz- und Feldspaththeile umfliessen und so eine Art Kitt um sie zu bilden scheinen, und andererseits stets in der nächsten Umgebung der Hornblende und zwar oft in der Weise auftreten, dass sie halb aus Granatmasse und halb aus — verwitterter — Hornblende bestehen. Wenn man alle diese Erscheinungen, und namentlich die letztgenannte, berücksichtigt, so kommt man unwillkürlich zu dem Schlusse, dass in diesem Falle der Almandin

1) von jüngerer Entstehung ist, als die von ihm umschlossenen oder verkitteten Minerale; dass demnach dieselben nicht aus seiner Umwandlung hervorgegangen sein können;
2) ein Umwandlungsproduct der Hornblende ist, und demnach die von ihm umschlossenen Hornblendekrystallkörner nur noch die Ueberreste von den grösseren, gegenwärtig in Almandin umgewandelten Hornblendekystallen sind. Hierdurch lässt sich nun zugleich auch das Auftreten von Quarz, Magneteisen, Calcit, Wollastonit, Vesuvian, Epidot, Glimmer, Chlorit und Eisenglanz, ja selbst von Gold, im Innern der Granatkrystalle erklären; denn alle diese Minerale sind Zersetzungsproducte von kalktalkhaltigen Hornblenden, wie später bei der Beschreibung der Hornblende noch näher gezeigt werden wird. Alle diese Mineralarten erscheinen in dem vorliegenden Falle als ältere Zersetzungsproducte eines Theiles derjenigen Hornblendemassen, aus deren übrigem Theile dann später sich auch die Granatmasse herausbildete.

Und wie in diesem Falle, so möchten wohl in vielen anderen Fällen die von scheinbar frischen Granatkrystallen umhüllten Mineralien, namentlich wenn sich deren Entstehung aus den Muttermineralien der Granate nachweisen lässt, nicht durch Zersetzung der sie einschliessenden Granatkrystalle gebildet, sondern älterer Entstehung als diese letzteren sein und dann gewissermassen das Gerüste bilden, um welches herum sich die später entstehende Granatmasse absetzte. Ein anderes ist es freilich, wenn die oben erwähnten Umwandlungsgebilde in einer Granatmasse liegen, welche selbst noch in der Umwandlung begriffen oder von Aussen nach Innen von Verwitterungsspalten, seien sie auch noch so fein, durchsetzt ist; dann stammen diese umhüllten Minerale sicher entweder von der in Zersetzung

begriffenen Granatmasse selbst her, oder sie sind als fremdartige Minerallösungen von Aussen her in das Innere der verwitternden Granatkrystalle eingedrungen. Dies letztere ist vielleicht der Fall bei den Kupfer-, Blei- und Zinkschwefelerzen, welche man hie und da in der Masse der Granate eingebettet findet.

Einige recht interessante Perimorphosen hat Cotta in seinem schon oft genannten Werke „Erlagerstätten im Banat etc." angegeben. So möchte man den von ihm angegebenen Granatfels selbst eigentlich als eine grossartige Perimorphose, welche aus einem ungleichmässigen krystallinischen Gemenge von Granat, Vesuvian, Epidot, Tremolit, Hornblende, Wollastonit und Kalkspath besteht, ansehen. In diesem Granatfels kommen Grossulare mit einem Kalkspath- oder Wollastonitkern (bei Cziklova) vor. — Ebenso findet man bei Oravicza Tremolit mit Vesuvian und Kupferglanz oder Grossulare mit Eisenglanz und Quarz im Granat eingewachsen; im Ponorgebirge (Rézbánya) Gold in einem aus Granat und Tremolit bestehenden Gemenge u. s. w. — v. Kobell fand in einem Almandin aus Ungarn deutliche Krystalle von Strahlstein; G. Rose im Innern eines Thoneisengranaten einen Krystall von Eisenkies; Hess erwähnt (Kastr. Archiv Bd. V. 328) einen Granat, welcher von Kupferkies und Wernerit durchwachsen war; G. Leonhard endlich erwähnt einen Granat von Arendal, welcher mit Wernerit und Epidot angefüllt war.

§. 76 f. Associationen des Granates. — Es ist oben schon angedeutet worden und wird bei der weiter unten folgenden Beschreibung der Hornblende noch ausführlicher gezeigt werden, dass wenigstens in sehr vielen Fällen die Granate als Umwandlungsproducte von Kalkmagnesiahornblenden (Tremolit, Grammatit, Strahlstein, Pargasit, Carinthin, basaltischer Hornblende) zu betrachten sind. In allen diesen Fällen würde also die Hornblende als Muttermineral der Granate anzusehen sein. Ebenso aber wird später noch gezeigt werden, dass Magnesiaglimmer, Chlorit, Talk, Serpentin, Vesuvian, Epidot, Bitterspath, Magneteisenerz ebenfalls aus der Umwandlung von Hornblenden entstehen können, ja dass diese letztgenannten Minerale viel gewöhnlicher, leichter und demnach auch frühzeitiger als die Granate aus den Hornblenden hervorgehen. Ferner wird auch bei Umwandlungen der Hornblende darauf aufmerksam gemacht werden, dass die meisten Umwandlungen der Hornblende unter sonst gleichen Verhältnissen am meisten dann eintreten, wenn dieselbe mit einem Kalkerde haltigen Feldspathe (Oligoklas, Labrador) verbunden vorkommt, weil dieser wahrscheinlich bei seiner Verwitterung die Umwandlungsagentien für die Hornblende liefert. — Endlich wird aber auch bei der Beschreibung der Umwandlungen des Augites mitgetheilt werden, dass Forchhammer und Scheerer gezeigt haben, wie in den Eisensteinlagern von Arendal in Norwegen dieses Mineral sich nicht nur in Hornblende, sondern auch in Gra-

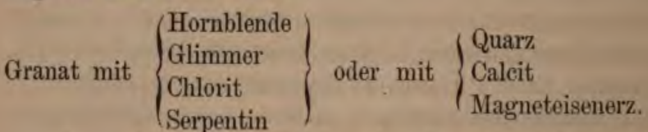
nat umwandelt, so dass man in der genannten Localität deutliche Krystalle von Augit bemerkt, welche in ihrem Innern vollkommen entwickelte Hornblendeblätter und ausgebildete Krystalle von Granat enthalten.

Mit Beziehung auf alle diese Thatsachen lassen sich nun für die Granate zunächst folgende Associationsreihen aufstellen:

Die Granate
erscheinen
in Association mit:

ihrem Mutterminerale und dessen Genossen:			ihren eigenen Zersetzungsmineralien, welche mit denen der Hornblende von 1—18 zusammenfallen:	
Oligoklas (Labrador) und dessen Umwandlungen:		Turmalin, Hornblende (siehe unter Turmalin.) und deren:		
		Arten oder Theilverwandten:	Umwandlungen oder Zersetzungen:	
Kaolin	**Analzim**	**Tremolit**	1. **Wollastonit**	9. **Talk**
Steinmark	**Apophyllit**	**Strahlstein**, nebst seinen Umwandlung: dem **Asbest** und **Traversellit**,	2. **Vesuvian**	10. **Calcit**
Agalmatolith	**Desmin**	**Pargasit**	3. **Epidot** nebst dessen Umwandlung, dem	11. **Dolomit**
Quarz		**Basalthornblende**	4. **Wernerit**	12. **Fluorit**
		Hypersthen	5. **Magnesiaglimmer**	13. **Quarz**
		Diallag	6. **Chlorit**	14. **Magneteisenerz**
		Augit (oder Kalkhornblende).	7. **Grünerde**	15. **Gold**
			8. **Serpentin**	16. **Eisenglanz**
				17. **Manganit**
				18. **Eisenkies**
				(**Gypsspath**).

Unter allen diesen Associationsgenossen treten indessen am häufigsten folgende zwei Reihen auf:



Ausserdem aber trifft man den Granat auch noch in ganz eigenthümlichen Verbindungsweisen mit Erzen verschiedener Art, so namentlich mit Kupfer-, Blei-, Silber- und Zinkschwefelerzen. Diese Art von Associationen ist vorerst nur dadurch zu erklären, dass man annimmt, dass Lösungen dieser Metalle von Aussen her zu den Granatlagerstätten gedrungen und daselbst erst später durch Schwefelwasserstoff-Inhalationen in Schwefelmetalle umgewandelt worden sind.

Unter den zahlreichen Belegen, welche sich für die eben angegebenen Associationsreihen nennen liessen, mögen nur folgende, theils aus meinen eigenen Erfahrungen, theils aus Leonhard's, Breithaupt's und Naumann's Mineralogie, aus Blum's Pseudomorphosen, G. Rose's Reise nach dem Ural,

Naumann's Erläuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen, Freiesleben's geognostische Arbeiten, Cotta's Erzlagerstätten im Banat etc. entlehnte Beispiele hier Erwähnung finden.

a. Granat in Association mit Hornblende haltigen Gesteinen.

1) Hornblendegestein mit Almandin, Pistazit (Epidot) und Flussspath am Ehrenberg bei Ilmenau.
2) Almandin, Strahlstein und Malachit im Hornblendeschiefer zwischen Jänowitz und Rudelstadt in Schlesien.
3) Almandin in Verwachsung mit Hornblende und Quarz im Syenite norddeutscher Findlingsblöcke.
4) Hornblende mit Granat, Quarz, Albit (Oligoklas) und etwas Kalkspath im Presnitzthale und in der Rückerswalder Schlucht bei Niederschmiedeberg.
5) Von ganz besonderem Interesse sind die Granatfelslager, welche nach Cotta als Contactmassen von 5 bis 10 Klafter Mächtigkeit zwischen dem Hornblendegesteine (— welches bald mehr syenitisch, bald mehr dioritisch ist und von Cotta im Allgemeinen als Banatit bezeichnet wird —) und dem körnigen Kalke bei Cziklova und an anderen Orten (z. B. bei Oravicza) auftreten, jedenfalls aus dem Wechseleinflusse des Kalkes auf den Banatit und umgekehrt entstanden sind und aus einem Gemenge von Almandin, Grossular, Wollastonit, Vesuvian, Tremolit, Hornblende und (oft bläulichem) Kalkspath bestehen.
6) Aehnliche Granatlager, welche aus einem Gemenge von Almandin, Hornblende, Strahlstein, Pistazit, Flussspath, Quarz, Schieferspath, körnigem Kalk und Erlan bestehen, bilden nach Naumann 1—5 Fuss mächtige Lagen im Glimmerschiefer vom Teufelstein und von Schwarzenberg in Sachsen. Daselbst kommen auch mit dem Granate Zink-, Zinn- und Bleierze, Magnet-, Kupfer- und Arsenkies, Braunspath und Gyps vor.
7) Auch an der Grenze des Diorites und Dioritporphyrs, welcher in den Turzinschen Kupfergruben bei Bogoslowsk den Uebergangskalkstein in vielen Gängen durchsetzt, findet sich nach G. Rose an den Grenzen zwischen dem Diorit und dem Kalksteine ein ganz ähnlicher Granatfels und zwischen diesen und dem Kalksteine ein Verwitterungsthon, welcher Kupfererze umschliesst. Und nach Scheerer (Neues Jahrbuch der Mineralogie 1059. S. 208) befindet sich am Mont Agiolla unweit Traversella zwischen Syenit und metamorphischem (Jura-) Kalkstein Granat in Gesellschaft von Traversellit, Pyrgom, Epidot, Kalkspath, Magneteisenerz und Kupferkies (siehe oben die Beschreibung des Dolomites S. 435).
8) In den vulcanischen Auswürflingen des Vesuv finden sich nach L.

v. Buch an der Fossa grande Gemenge von schwarzer Hornblende, prächtig krystallisirtem Granat, weissem Kalkspath, Quarzkörnern und Chlorit.

b. Granat — namentlich Grossular — in Association mit Tremolit oder Grammatit, Strahlstein und Asbest findet sich häufig nach Cotta auf den Erzlagerstätten im Banate, so

9) Almandin, Tremolit, Vesuvian und Kupferglanz oder Grossular, Eisenglanz, Tremolit und Quarz bei Oravicza.

10) Almandin, Asbest und Quarz oder Grossular mit Grammatit, Quarz und Kupfererzen bei Moravicza.

11) Grossular, Tremolit oder Quarz mit erdigem Brauneisenerz, in welchem Goldblättchen liegen, im Fonorgebirge.

12) Mit Strahlstein erscheint sowohl der Aplom wie der Grossular vorzüglich auf den Magneteisenlagern Fahluns in Schweden, des Erzgebirges etc.; aber auch im Glimmer- und Chloritschiefer am Grainer im Zillerthale; daselbst oft zugleich mit Strahlstein und Asbest.

c. Granat, namentlich Grossular mit Wollastonit, Kalkspath und Blende, nebst Pistazit und Vesuvian sehr oft, z. B. im Rézbányaer Erzreviere. In diesem Reviere sowohl wie auch bei Cziklova und Oravicza bilden Grossulare oft Perimorphosen mit Kerngemengen aus Wollastonit, Kalkspath, Tremolit, Pistazit, Kupferglanz, Buntkupfererz und runden Quarzkörnern.

d. Granat und Diallag bilden den Eklogitfels.

e. Mit Glimmer, Chlorit und Serpentin kommt der Almandin, gemeine Granat und Pyrop so oft vor, dass es fast keiner besonderen Beispiele bedarf, um diese Association zu belegen. Vorzüglich reich aber an dieser Association erscheint der Glimmer- und Chloritschiefer des Passeyer-, Pfitsch- und Zillerthales in Tyrol, wo Almandine von Faustgrösse namentlich mit Strahlstein, Asbest und auch Diopsid auftreten. — Reich an Granaten, namentlich an Pyropen, ist, wie oben schon erwähnt, der Serpentin in Sachsen und von Meronitz in Böhmen, wo sogar bisweilen Gypsspathkrystalle von den Granaten eingeschlossen werden.

f. Und dass der Almandin im Granulite Sachsens mit Turmalin, Cyanit und Staurolith associirt vorkommt, ist schon bei der Beschreibung des Turmalins erwähnt worden.

g. Dass der Granat da, wo er in Hornblende haltigen Gesteinen auftritt, sehr oft mit Vesuvian, Epidot und dessen Umwandlungsminerale, dem Wernerit, auftritt, ist ebenfalls schon erwähnt worden. — Nach v. Leonhard erscheint er so im Syenitgranit am Trollhätta zugleich auch mit Flussspath, Molybdänglanz, Magneteisen und Eisen-

kies; am Monzoniberge in Südtyrol mit Vesuvian, Epidot, Chabasit und Kalkspath; vorzüglich aber auf den Magneteisenlagern Scandinaviens. — Diese ganze Associationsreihe ist ihrem Auftreten nach ein Zersetzungsproduct der Hornblende.

h. Ueberhaupt erscheint sowohl der Almandin, wie namentlich der Aplom als ein sehr gewöhnlicher Genosse des Magneteisenerzes. Nicht nur dass er oft Perimorphosen um einen Magneteisenkern bildet oder mit fein zertheiltem Magneteisen mechanisch gemengt erscheint, tritt er auch sehr häufig auf den Lagern dieses Erzes auf und zwar am häufigsten dann, wenn sich diese Lager in Hornblende haltigen Gesteinen befinden. Seine gewöhnlichsten Gesellschafter sind alsdann Strahlstein, Asbest, Epidot, Wernerit, Fluss- und Kalkspath, Eisenkies; so am Crux bei Schmiedefeld am Thüringer Wald oder nach v, Leonhard bei Drammen in Norwegen, wo sich ausser den eben genannten Genossen noch Quarz, Feldspath, Augit, gemeine Hornblende, Glimmer, Axinit und Apatit in seiner Gesellschaft befinden; auch bei Langansbytta, Fahlun und Dannemora, wo namentlich die auf ihren Kernflächen gestreiften Aplomkrystalle („Dannemora-Granat" nach Berzelius) vorkommen; endlich auch bei Moravicza.

i. Am merkwürdigsten unter allen Associationen der Granate erscheinen die mit dem kohlensauren Kalke oder Calcite. Nicht blos das Auftreten des oben beschriebenen Granatfelses zwischen Hornblende haltigen Gesteinen und körnigkrystallinischem Kalkfels im Banate, am Ural und im Erzgebirge, sondern auch das Erscheinen von artenreichen Associationen der Granate inmitten der Masse des körnigen Marmors sind eine höchst interessante geologische Erscheinung, welche sich nur durch folgende Annahmen genügend erklären lässt. Entweder sind alle die im körnigen Calcite auftretenden Mineralien sammt dem sie umschliessenden Kalksteine aus der Zersetzung eines gemeinschaftlichen Mutterminerales, sei es Hornblende oder Augit, entstanden. Für diese Annahme spricht die Erscheinung, dass die bei weitem grösste Zahl dieser Mineralien als wirkliche Zersetzungsproducte der Hornblende oder auch des Augites beobachtet worden sind. — Oder es wurde eine kohlensaure Lösung von kieselsaurem Kalk durchdrungen von Lösungen, in denen die zur Bildung der später im Calcite auftretenden Mineralien nöthigen Salze als Carbonate vorhanden waren, welche nun mit dem kieselsauren Kalke ganz oder theilweise die Säuren tauschten, so dass dieser letztere zu Calcit oder Wollastonit, sie selbst aber zu Silicaten wurden, die sich dann weiter mit einander zu Granat, Epidot, Vesuvian, Strahlstein, Tremolit — kurz zu den in dem Calcite eingewachsenen Mineralarten

verbanden. Für diese Erscheinung scheint das Auftreten des Granatfelses zwischen Calcit und Hornblende haltigen Gesteinen zu sprechen. Schon Breithaupt spricht sich in seiner Paragenesis (S. 90) für diese letztere Annahme annähernd aus, wenn er sagt: „Im Ganzen genommen hat es den Anschein, als wären die vielerlei Mineralien fast gleichzeitig entstanden, also auch die Bedingungen zu ihrer Bildung fast gleichzeitig geboten gewesen. Aus allen Umständen darf gefolgert werden, dass der ganze Raum eines solchen Kalkstockes einst mit einem Male erfüllt und die ausfüllende Masse ein Chaos gewesen, aus welchem sich nach und nach die Mineralien ausgeschieden haben. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass die kohlensaure Kalkerde und Magnesia nicht als solche, sondern wahrscheinlich als kaustische (?) Kalkmilch in den Raum (empor) drang, welche die Silicate des Nebengesteins angriff und auflöste und später erst allmählig kohlengesäuert wurde, während dieses Processes aber bildeten sich die neuen Silicate ....“ Schade, dass in dieser Annahme der Kalk als kaustisch auftritt. — Ohne indessen weiter für oder gegen die obigen Annahmen zu sprechen, ist es vielleicht nicht unangemessen, das Richtige in der Mitte zwischen beiden zu suchen, d. h. anzunehmen, dass in eine Lösung von kieselsaurem Kalk die Zersetzungscarbonate von Hornblende- oder Augitgesteinen eindrangen und durch gegenseitige Einwirkung auf einander die nachgenannten Mineralassociationen hervorriefen. Die wichtigsten dieser Associationen im körnig-krystallinischen Kalksteine sind nun folgende:

1) In Sachsen hat Breithaupt bei Wünschendorf Glimmer, Skapolith (Wernerit, also ein Zersetzungsmineral des Epidot und Vesuvian), Strahlstein und Magneteisen nebst Granat; bei Boden Astrit, Oligoklas, Chondrodit, Serpentin und Magneteisenerz nebst Magnetkies; ausserdem Flussspath, Apatit, Sarkolith, Meionit (Wernerit), Nephelin, Wollastonit, Tremolit, Pargasit, Epidot, Disthen, Granat u. s. w. gefunden.
2) In den Alpen hat Durochek (nach Breithaupt S. 93) ausser Glimmer noch Gehlenit, Meïonit, Tetartin, Pyroxen, Epidote, Disthen, Spinelle, Granate, Turmalin, Korund und Graphit beobachtet. Reich an diesen Mineralien ist namentlich der Kalkstein des Brennkogels, Ortlers und Monzoniberges.
3) Bei Auerbach an der Bergstrasse kommen vor: Almandin, Vesuvian, Epidot, Grammatit, Hornblende, Strahlstein, Magneteisen etc.
4) Im Banate namentlich an der Grenze zwischen Diorit und körnigem Kalke (z. B. bei Cziklova) Vesuvian, Wollastonit, Grossular und gemeiner Granat, Strahlstein, Tremolit, Asbest, grüner Glimmer, Hypersthen, dazu noch Analzim, Apophyllit und Desmin (nach

G. Leonhard), Epidot, Quarz, Agalmatolith, Steatit, Serpentin, Chlorit, Magneteisenerz, Kiese, Bleiglanz, Blende und deren Zersetzungsproducte.

k. Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass der Pyrop bei Sala in Schweden nicht nur auf Gängen von Bleiglanz und körnigem Kalk im Gneiss, sondern auch in Bleiglanz eingewachsen vorkommt (Vergl. Bischof a. a. O. II. Bd. S. 457).

§. 76g. Geologische Bedeutung des Granates. — Mit dem Granate ist es, wie mit dem Turmalin: wie dieser letztere, so erhält auch er hauptsächlich seine Bedeutsamkeit durch die Art seines Auftretens und seine Umwandlungsweisen. Als wesentlicher Gemengtheil tritt er nur in zwei wenig verbreiteten und mit geringer Mächtigkeit auftretenden Felsarten auf, nämlich in dem Eklogitfels, in welchem er mit grünem Diallag (Smaragdit) verbunden erscheint, und in dem oben schon genannten Granatfels. Als unwesentlicher Gemengtheil aber ist er vorherrschend in den verschiedenen Gesteinsgliedern des krystallinischen Schiefergebirges zu finden, und zwar:

a. zunächst in den dasselbe bildenden Hauptgliedern, so vor allen im Gneiss und Glimmerschiefer, in welchem er oft in so grosser Menge auftritt, dass die Masse desselben als ein fast gleichmässiges Gemenge von Granat, Quarz und Glimmer angesehen werden könnte; dann aber auch im Chlorit-, Hornblende- und Talkschiefer, seltener im Thonschiefer;

b. dann in den ungeschichteten, die Schiefermassen gang- und stockförmig durchsetzenden, Felsarten, so namentlich im Granit, Granulit, Syenit, Diorit, Gabbro, Eklogit, Serpentin, auch wohl in manchen trachytähnlichen Grünsteinen und im körnigen Kalksteine;

c. endlich auf untergeordneten Lagern zwischen den obengenannten Schiefern oder auf Lagerstöcken da, wo Hornblende haltige Felsarten den Kalkstein durchsetzen, und in diesem Falle vorzüglich im Verbande mit Magneteisenerz oder auch mit anderen Erzen.

Rechnet man den Quarz, Glimmer, Chlorit, Calcit und Eisenkies ab, so haben wohl nur wenig Mineralien einen so ausgebreiteten und mannichfaltigen Verbreitungsbezirk als der Granat. Und doch wird man bei aller Mannichfaltigkeit dieses Bezirkes bemerken, dass das Auftreten des Granates immer und immer wieder abhängig ist von dem Vorhandensein der oben schon genannten Associationsgenossen des Granates, nämlich vom Glimmer, Chlorit, Serpentin, Quarz, Calcit, Magneteisen und Amphibol. Aber selbst in der Gesellschaft dieser Mineralgenossen ist er nur unter bestimmten Verhältnissen zu finden. Am nordwestlichen Thüringer Walde lagern in der Umgegend von Ruhla gewaltige Massen Glimmerschiefer im Verbande mit Granulit- und Gneissablagerungen; Granatkrystalle aber

sind nur und allein da in ihnen zu finden, wo der Glimmerschiefer von Diorit durchsetzt wird oder wo der Gneiss Hornblende enthält. Ebenso habe ich im Zillerthale nur da im Chlorit Almandine gefunden, wo Strahlstein und Magneteisen vorhanden waren. Und so möchte vielleicht in den meisten, wenn nicht in allen, Fällen das Auftreten der Granate abhängig sein von dem Vorhandensein einer Hornblende-Art. Rechnet man hierzu noch die Erfahrung, dass sowohl der Glimmer und der Chlorit, wie das Magneteisenerz und der Calcit wenigstens in sehr vielen Fällen auch erst Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte der Hornblenden sind, so möchte man überhaupt, wie auch schon früher hinlänglich angedeutet worden ist, das Vorhandensein der hornblendeartigen Minerale als die Bedingung für das Auftreten der meisten Granate geltend machen, so dass nun aber auch umgekehrt die Granate im Verbande mit Glimmer, Chlorit und Serpentin oder mit Quarz, Kalkspath und Magneteisenerz als die Andeutungsminerale für früher dagewesene oder noch jetzt vorhandene Hornblenden in einer Felsart angesehen werden können.

Abgesehen von allem diesen erhält nun der Granat auch noch dadurch Bedeutung, dass er einerseits, wie kein anderes Mineral, so schön seine verschiedenen Umwandlungen wahrnehmen lässt, und andererseits ein Mittel bildet, durch welches die Natur auf die einfachste Weise die für ihren Haushalt so wichtigen Minerale Calcit, Magneteisen, Roth- und Brauneisenerz, Quarz, Glimmer und Chlorit schaffen kann.

Interessante Fundorte des Granates hier noch besonders anzugeben, ist wohl nicht nöthig, da dieselben schon an den bezüglichen Stellen der Beschreibung genannt worden sind.

Bemerkung: In der eben gegebenen Beschreibung ist der Granat stets als ein Umwandlungsproduct der Amphibolite betrachtet worden. Damit aber soll nun keineswegs gesagt sein, dass derselbe nicht auch als primitives Mineral auftreten könne. Wenigstens möchte ich die Chromsäure oder Zinnsäure haltigen Pyrope, sowie die weissen Granate und die rein auskrystallisirten Kalkthon- und Kalk-Eisenoxydulgranate — gerade wegen ihres Kalk- und Oxydulgehaltes — für Primitivbildungen halten. —

Frage: Hat man schon Granate in Pseudomorphosen nach anderen Mineralien gefunden?

§. 77. Vesuvian. — Epidot. — Staurolith. — Disthen.

Zwei treue Gesellschafter und Abstammungsgenossen der Granate sind der Vesuvian oder Idokras und der Epidot oder Pistazit. Beide spielen zwar in der Zusammensetzung der Erdrinde nur eine sehr untergeordnete Rolle, sind aber doch insofern von Interesse, als sie einerseits sehr häufig mit dem Granate gesellschaftet sind und andererseits gewissermassen als Umwandlungsmittelglieder zwischen Hornblende und Granat betrachtet

erden können. Möge daher hier wenigstens eine kurze Beschreibung der-
lben ihren Platz finden.

§. 77 1. Der Vesuvian oder Idokras.

[Synom: Egeran; Cyprin; Pyramidaler Granat (Mohs); Wiluit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Tetragonale Gestalten; vor-
errschend quadratische Prismen (∞P), deren Längskanten häu-
g abgestumpft sind (∞P∞), von der quadratischen Pyramide
P), deren Polecke und Kanten ebenfalls oft abgestumpft erscheinen (Fig. 13);
usserdem auch derb in körnigen oder stengeligen Aggregaten. Die Kry-
alle meist ein- oder aufgewachsen und dann oft zu Drusen verbunden.
- Die Spaltbarkeit nach den Prismenflächen, aber unvollkommen; der
ruch uneben und splitterig oder unvollkommen muschelig. — Härte =
,5; spec. Gewicht = 3,3—3,5. In der Regel gelb ins Grüne und Braune
und dann manchen Granaten sehr ähnlich), colophonbraun oder auch
hwarz, selten blau; glas- oder (auf den Bruchflächen) fettigglänzend;
urchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. — Vor dem Löthrohre
icht und unter Aufschäumen zu gelblichgrünem oder bräunlichem Glase
hmelzend. — In Salzsäure erst nach starkem Glühen oder Schmelzen
ollständig und unter Abscheidung von Kieselgallerte schmelzbar. — Magnus
nd Rammelsberg haben gefunden, dass der Vesuvian durch das Schmelzen
on seinem Gewicht 1½ bis 3 pCt. verliert, und letzterer hat nachgewiesen,
ass dieser Gewichtsverlust von verflüchtigtem Wasser und Kohlensäure
errührt.

b. Chemische Zusammensetzung: Die Vesuviane haben die-
lben Hauptbestandtheile wie die Kalkthongranate; denn sie bestehen im
llgemeinen aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Kalkerde, besitzen
ber ausserdem in der Regel auch noch Eisenoxyd (2—15 pCt.) und Magne-
a (1—7 pCt.), wozu dann noch in vielen Fällen kleine Mengen Kali und
atron und 1,5 — 3 pCt. Wasser (— welches von Magnus für basisches,
en Vesuvianen ursprünglich gehöriges, von Rammelsberg aber für hydrati-
irendes, erst später hinzugetretenes gehalten wird —) kommen. Nach
ammelsberg würde, wenn in dem Bestande der Vesuviane das Eisen als
rsprüngliches Oxydul (— welches erst später durch das hinzugetretene
Wasser in Oxyd umgewandelt worden —) angenommen wird, die Formel
$\dot{R}^2 \ddot{S}i + \ddot{A}l^2 \ddot{S}i^3$, in welcher $\dot{R}$ = CaO, FeO, MgO bedeutet, und dieser
ntsprechend das Sauerstoffverhältniss 6 : 3 : 9 für den chemischen Bestand
er Vesuviane bezeichnend sein.

c. Abarten: Ausser dem eigentlichen Vesuvian oder Idokras hat
an noch unterschieden:

1) den Egeran (Werners), in braunen, starkgestreiften, strahligen Pris-

men bei Haslau unweit Eger in Böhmen; vorzüglich gross zu Egg bei Christiansand,

2) den Cyprin, schön himmelblau durch beigemischtes Kupferoxyd, mit rothem Thulit im Quarz von Souland bei Tellemarken;

3) den Xanthit (Thomson), graulichgelb, körnig, im Kalkstein von Amity.

d. Verwitterung und Umwandlung. — Nach G. Leonhard (im N. Jahrb. für Min. 1841. 75.) erscheint „der Idokras von Arendal oft in seiner Grundgestalt als Kern anderer Idokraskrystalle, die jedoch Combinationen von jener sind. Die äussere Rinde ist in einem sehr verwitterten, zerfressenen, häufig gebleichten Zustande, während der im Innern befindliche Kern noch frische, glänzende Farben zeigt . . . . . Oft hat es den Anschein, als ob mehrere Idokras-Krystalle gleichsam wie Schachteln in einander gestellt worden wären; so erscheint die Kernform häufig von einem concentrischen Kreise abgeleiteter Formen umgeben; und je mehr sich diese der äusseren Rinde nähern, desto matter, glanzloser und rauher wird die Oberfläche des Minerales. An einem Exemplare ist diese äussere Rinde zerrissen, zerborsten und wieder durch einen frischen Idokras-Teig verkittet." — Dieses Beispiel zeigt nicht nur, dass der Vesuvian oder Idokras verwittern, sondern sich auch von Neuem regeneriren kann, sobald die ihn umwandelnden Agentien fortwirken und diejenigen Bestandtheile, welche sie dem einen Theile eines Vesuviankrystalles geraubt, einem anderen, früher schon zersetzten, Theile desselben wieder zuführen können. Aber auch die Umwandlungen, welche dieses Mineral nach Blum's Pseudomorphosen (S. 137) am Monzoniberge in Tyrol in weissen und gelblichweissen Glimmer und an der Mussa-Alpe in Piemont in Speckstein offenbart, zeigen, dass der Vesuvian — wenn auch schwierig und erst dadurch, dass die ihn umschliessende Gesteinsmasse durch ihre eigene Verwitterung die Umwandlungsagentien, Magnesia- und Kalicarbonat, producirt — verwitter- und umwandelbar ist.

e. Associationen und Vorkommen. — Der treueste Gefährte des Vesuvians ist, wie man schon aus der Beschreibung des Granates ersehen kann, dieses letzte Mineral; ja es scheint nach G. Leonhard (a. a. O. S. 76), „dass ein Uebergang beider Minerale stattfindet, da sich oft der Vesuvian als eine Ausfüllung von Granatkrystallen und auch umgekehrt der Granat als Kern von Idokraskrystallen findet." In mancher Beziehung ähnlich ist das Verhältniss des Vesuvians zum Granat im Banat (siehe oben die Belege für die Associationen und Umwandlungen des Granates). Und wie nun ferner der Granat namentlich mit Calcit, Dolomit, Eisenglanz, Magneteisenerz, Serpentin, Chlorit, Glimmer, Hornblende und Epidot am häufigsten vergesellschaftet erscheint, so ist dies auch mit dem Vesuvian der Fall. In dieser Weise erscheint er also

1) mit Granat im körnigem Kalke bei Auerbach an der Bergstrasse namentlich zwischen dem Hochstädter Brunnen und der Höhe);
2) in weissem, derben Granate eingewachsen auf der Beresowaja Gora am Ural (G. Rose a. a. O. Bd. II. S. 131);
3) im Serpentin mit Granat in schöngefärbten, durchsichtigen Krystallen an der Mussa-Alpe in Piemont;
4) in Calcit mit Wollastonit verbunden in der Bermsgrüner Lagergruppe (Naumann Erläuter. Stück II. S. 237);
5) mit Sphen, Wernerit, Malakolith, Augit und braunem Granat in Finnland in einem Kalkbruche bei Frugard im Kirchspiele Menzela (Leonh. Min. S. 485);
6) mit Eisenglanzkrystallen im Dolomit des St. Gotthard;
7) mit Speckstein, Magneteisen, Kalkspath, prächtigem Grossular nnd Chlorit (im Serpentin?) an der Mündung des in den Wiluiflusse fallenden Achtaragda-Baches;
8) mit Granat und Kalkspath in ausserordentlicher Menge und schönen Krystallen im Diorit (Hypersthensyenit) des Monzoniberges in Südtyrol;
9) in den aus körnigem Kalksteine bestehenden, vulcanischen Auswürflingen am Monte Somma mit Granat, Hornblende, Wernerit, Glimmer, Chlorit, Augit, Magneteisenerz, Nephelin;
10) mit Diopsid und Chlorittäfelchen (sehr schön) am Wildkreuzjoche im Pfitschthale in Tyrol.

Aus den eben mitgetheilten Beispielen ersieht man zugleich, dass die Hauptheimath der Vesuviane, ähnlich wie die der Granate, namentlich in den Hornblenden oder Augit haltigen Felsarten, im Chloritschiefer, Serpentin, Dolomit und körnigem Kalksteine zu suchen ist. — Als wesentlichen Gemengtheil einer Felsart hat man ihn noch nie beobachtet.

Interessante Fundorte: Sehr schöne, gelbbraune, bis wallnussgrosse Vesuvianpyramiden kommen vor am Vesuv; gut ausgebildete Prismen mit pyramidaler Zuspitzung am Monzoniberge in Südtyrol; prächtige dunkelbraune, durchsichtige, starkglasglänzende Krystalle an der Mussaalpe in Piemont und bei Cziklowa im Banat u. s. w.

§. 77 2. Der Epidot.

[Synom: Pistazit; Thallit; Arendalit; Akantikon; Delphinit; Zoisit z. Th., Thullit z. Th., Bucklandit und Tautolith z. Th.]

a. Mineralogische Beschreibung: Monoklinische Gestalten, vorherrschend an der einen Seite aufgewachsene, horizontale Säulen, welche an der anderen, freien, Seite mit Hemipyramiden auf mannichfache Weise combinirt sind (Fig. 14.), oder Nadeln. Die Krystalle an der Oberfläche oft stark horizontal gestreift, mit Neigung zu schaliger Absonderung versehen, so dass man z. B. bei den Arendaler Krystallen

Kappe auf Kappe abnehmen kann, und meist zu Drusen vereinigt. Ausserdem derb in strahlig-stengeligen, körnigen oder dichten Aggregaten; ja auch als Ueberzug. Endlich auch in Pseudomorphosen nach Hornblende, Augit, Granat, Wernerit, Orthoklas und Oligoklas. — Die Spaltbarkeit sehr vollkommen in der Richtung der Horizontalsäulen; der Bruch muschelig bis uneben und splitterig. — Härte = 6–7; spec. Gewicht = 3,32—3,5. — Vorherrschend grün, ins Gelbe und Graue, seltener roth oder braun; glasglänzend, auf Spaltflächen sogar diamantartig; durchsichtig bis undurchsichtig. — Vor dem Löthrohr nur an den äussersten Kanten schmelzend und dabei zu einer dunkelbraunen, blumenkohlähnlichen Masse anschwellend, welche in starkem Feuer sich abrundet, ohne zu schmelzen. — Nach vorhergegangener Glühung oder Schmelzung in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte löslich. — Oft auch bei starkem Glühen einen Gewichtsverlust (durch entweichendes Wasser) von 2 pCt. erleidend.

b. Chemischer Bestand: Die Epidote enthalten trotz ihrer schwankenden Zusammensetzung 36—40 pCt. Kieselsäure, 18—29 pCt. Thonerde, 7–17 pCt. Eisenoxyd und 21—25 pCt. Kalkerde und lassen sich nach Rammelsberg unter die allgemeine Formel $3\,\dot{C}a^2\ddot{S}i + 2\,\ddot{\ddot{R}}^2\ddot{S}i^3$ bringen, wonach sie Verbindungen von 9 Atom Kieselsäure, 4 Atom Thonerde und Eisenoxyd und 6 Atom Kalkerde sind. Ausser diesen Bestandtheilen befindet sich meist aber auch in ihrer Masse neben dem Eisenoxyd etwas Eisenoxydul oder Magnesia (0,5—3 pCt.) und 1–3 pCt. Wasser, welches Scheerer für basisches hält.

c. Abarten: Nach Naumann (Miner. 352) unterscheidet man drei Gruppen Epidote, nämlich den Pistazit; den schwärzlich violetten, 14–24 pCt. Manganoxyd haltigen, Manganepidot von St. Marcel in Piemont; und den Bucklandit von Achmatowsk am Ural, welcher mit Granat und Diopsid in Kalkspath zusammen vorkommt. Der am häufigsten auftretende unter ihnen ist indessen der öl-, zeisig-, lauch- oder schwärzlichgrüne Pistazit, von welchem auch allein hier die Rede ist.

d. Umwandlungen, Pseudomorphosen, Associationen und Vorkommen. — Wie oben schon erwähnt findet man den Pistazit in Pseudomorphosen nach Granat, Wernerit, Hornblende, Augit, ja auch nach Orthoklas und Oligoklas. Diese Minerale müssen sich daher unter Umständen in ihn umwandeln können. Belege dafür sind folgende:

a. Epidot nach Granat:

1) In dem oben beim Granat schon erwähnten Gegenden des Banates findet man nicht blos Granate, welche Epidote einschliessen, sondern auch solche, welche von einer krystallinischen Epidotrinde umschlossen sind.

2) Nach Wieser (N. Jahrb. der Min. 1842 pag. 525 und 1849 pag.

298) kommen Rhombendodekaëder des Granates vor, welche ganz aus Epidotmasse bestehen.

3) O. Volger beschreibt (Epidot und Granat etc. Zürich 1855) von Lolen gut ausgebildete, entkantete granatförmige Krystalle, welche aus schmutzig grünlichgrauen, nadelig-blättrig sich aber absondernden, Epidotaggregaten bestehen, bisweilen aber auch äusserlich noch eine schöne, klare, hyacinthrothe Granatschale zeigen, im Innern aber aus grauem Epidot bestehen. — Ebenso erwähnt auch Blum (im III. Nachtrag 1863. S. 11) Granatkrystalle, welche ganz mit, parallel den Krystallflächen anliegenden, Epidotnädelchen bedeckt sind.

b. *Epidot nach Wernerit.* — Nach Blum (Nachtrag II. 46 und Nachtr. III. 117) sind bei Arendal rothe Wernеritsäulen stellenweise ihrer ganzen Dicke nach zu einem körnigen Aggregate von grünem Epidot umgewandelt. — Forchhammer beschreibt (im amtlichen Bericht über die 24. Versammlung der Naturforscher zu Kiel S. 242) einen grossen, schön ausgebildeten, Werneritkrystall, dessen Masse aber aus Epidot besteht und äusserlich von Albit umgeben ist.

c. *Epidot nach Hornblende.* — Am Ehrenberge bei Ilmenau kommen nach meinen Beobachtungen Hornblendeprismen vor, welche äusserlich aus Pistazit bestehen. Ebenso besitze ich aus der Gegend von Ilmenau ein Epidotgestein, welches aus breiten, graugrünen Epidotprismen und zwischen diesen liegender, blättriger Hornblende und ganz verwitterten Granaten besteht, in Drusenräumen aber getropften Chalcedon enthält. — Ferner kommen nach Blum (Pseudom. S. 130) bei Arendal Hornblendekrystalle vor, welche ganz oder theilweise in Epidot umgewandelt sind.

d. Richter hat (nach Rammelsberg) einen *Pistazit von augitähnlicher Form* analysirt und in demselben 38,84 $\ddot{\text{Si}}$, 25,45 $\overline{\ddot{\text{Al}}}$, 10,88 $\overline{\ddot{\text{Fe}}}$, 22,62 $\dot{\text{Ca}}$ und 2,41 Glühverlust gefunden. — Ebenso hat auch Blum (III. Nachtr. S. 132) an *Uralitkrystallen* von Predazzo in Tyrol eine Umwandlung in Epidot beobachtet.

e. *Epidot nach Feldspathen:*

1) Nach Blum (III. Beitr. S. 118) zeigen in einem Feldspath-Porphyrit der Baranco des las Augustias auf der Insel Palma die *Orthoklaskrystalle*, und namentlich die Zwillinge, auf Rissen in ihrem Innern (vorzüglich auf den Verwachsungsebenen) Parthieen von strahligem Epidot, meist gemengt mit etwas kohlensaurem Kalk. Die Epidotmasse verläuft sich allmählig in Orthoklasmasse. Auch kommen Orthoklaskrystalle vor, welche ganz in Epidot umgewandelt sind und dann in ihrem Innern gewöhnlich aus zarten Epidotdrusen bestehen. — Am Gebersberg im Ilsethal am Harze kommt

ein Granit vor, dessen Orthoklas ebenfalls stark mit Epidot durchzogen ist. — Auch im Orthoklas von Baveno kommen solche Epidotdurchwüchse vor. — (Die ganze Umwandlung muss dadurch vor sich gegangen sein, dass Kali- und Natronsilicat ausgeschieden und dafür Kalkerde, Eisenoxydul und Eisenoxyd aufgenommen worden ist).

2) Ebenso sind nach Blum (a. a. O. S. 122) die eingesprengten kleinen Oligoklaskrystalle eines Trachytgrünsteines von Gyalumara in Ungarn theilweise oder auch ganz in Epidot umgewandelt. Dasselbe ist auch bei Arendal der Fall. Häufig erscheinen dann die so in Umwandlung begriffenen Oligoklaskrystalle mit Calcit umschlossen.

3) Ferner findet sich nach Blum (a. a. O. S. 128) der Labrador im Uralitporphyr von Ryneberg in Norwegen und in den Diabasen Nassau's und des Harzes von Innen nach Aussen in Epidot umgewandelt; ja in der Grube Beilstein bei Dillenburg besteht die Grundmasse eines Diabases fast ganz aus Epidot.

„Der Epidot tritt überhaupt in vielen Feldspath und Kalkhornblende oder Augit haltigen Gesteinen, so namentlich in den Diabasiten und Syenitgraniten, auf. In diesen Gesteinen bildet er sich vorzugsweise aus der Zersetzung der Hornblenden und Augite, sei es nun in der Masse dieser seiner Mutterminerale selbst als Pseudomorphose, sei es durch Einwirkung des aus ihnen ausgelaugten Kalkes und Eisenoxydules auf den feldspathigen Bestandtheil der obengenannten Gesteine, in welchem Falle dann der Epidot Pseudomorphosen nach dem Feldspathe bildet.“

f. Im Mineraliencabinet zu Würzburg hat mir Professor Sandberger Kalkepidot vom Weissenstein bei Stambach in Oberfranken gezeigt, welcher in silberweissen Glimmer zum Theil umgewandelt ist. — Daselbst sah ich — beiläufig bemerkt — auch eine Stufe, welche aus Kalkspathlagen bestand, welche durch zwischen ihnen stehenden Epidotsäulchen von einander getrennt und gehoben erscheinen. Vom Labyrinth bei Hof. — Ebenso beschreibt auch Blum (Nachtr. S. 30) Epidotkrystalle von Athol in Massachusets, welche hier und da von tombackbraunem oder bräunlichgrünem Glimmer durchdrungen oder umhüllt sind.

Ueberhaupt aber hat man die Beobachtung gemacht, dass der Epidot nicht nur aus Granat, Wernerit oder Glimmer entstehen, sondern sich auch umgekehrt wieder in diese Minerale umwandeln kann, so dass diese Minerale nun auch wieder Pseudmorphosen nach seinen Gestalten bilden. Wenigstens weiss man dies vom Wernerit und Glimmer, wie eben unter f. gezeigt worden ist.

Nach allem eben Mitgetheilten muss also der Pistazit einerseits mit denjenigen Mineralien, aus deren Umwandlung er entstehen kann, und andererseits mit denjenigen Mineralien, welche wieder aus ihm hervorgehen können, in Association vorkommen. Und so findet man ihn in der That zunächst am meisten mit Hornblende und Augitarten, Granaten, Magneteisenerz, Chlorit, Serpentin, Wernerit und Kalkspath, weniger mit Glimmer, Eisenglanz und Quarz associirt und dann vorherrschend in Gesteinen eingewachsen, welche Kalktalkhornblende enthalten, so im Diorit, Syenit, Syenitgranit, Hornblendeschiefer und Melaphyr.

In den Mandelsteinen der Melaphyre zeigt er sich in der Regel mit Grünerde und Quarz, bisweilen aber auch in der Melaphyrmasse selbst in so grosser Menge, dass diese ganz mit grünen Punkten übersäet erscheint (nach L. v. Buch bei Cazona an der westlichen Küste des Luganersee's). Ebenso finden sich in der Masse des Melaphyrs von Belfahy Epidot, Quarz, Grünerde, Kalkspath und Eisenkies associirt. — Endlich beschreibt G. Rose (Reise nach dem Ural Bd. I. 289 und Bd. II. 193) ein Gestein, welches aus einem Gemenge von weissem Kalkspath und dichtem Epidot besteht, in welchem Uralitkrystalle liegen.

Aber nicht blos in der Masse der ebengenannten Felsarten, sondern auch auf Erzgängen im Glimmer- und Thonschiefer und endlich auf Magneteisenlagern ist der Epidot häufig zu finden, jedoch meist unter solchen Verhältnissen, dass Hornblende- oder Augit haltige Felsarten in der näheren Umgebung dieser Lagen vorkommen.

Ausgezeichnet durch schöne und grosse Krystalle sind namentlich die Magneteisenlager von Arendal. — Ebenso kommt er auch schön und häufig auf den Quarzgängen im Glimmer- und Chloritschiefer der Alpen vor.

§. 77 3.

Wie der Vesuvian, so kommt auch häufig der Staurolith und Cyanit oder Disthen mit dem Granate verbunden vor.

1) Der Staurolith, welcher seinen Namen den kreuzförmigen Zwillingskrystallen verdankt, die er sehr häufig bildet, krystallisirt in meist kurzen (sechsseitigen) rhombischen Säulen; besitzt eine Härte = 7—7,5; ein spec. Gewicht = 3,26—3,7; ist vorherrschend dunkelbraun und zeigt sich weder vor dem Löthrohr schmelzbar, noch in Säuren zersetzbar. Am meisten zeigt er sich im Granulit und im Glimmerschiefer, z. B. am Gotthard. In der Regel erscheint dann in seiner Gesellschaft:

2) Der Cyanit oder breitschalige, blaue Disthen (Härte = 6—7; spec. Gewicht = 3,5—3,7); ja oft ist er mit diesem letzteren Minerale so

verwachsen, dass die eine Hälfte des Minerales aus Staurolith und die andere aus Cyanit besteht.

§. 78. 5. Zirkon.

[Synom: Hyacinth. — Jargon der französischen Edelsteinhändler. — Auerbachit z. Th. — Ostranit z. Th.

a. Mineralogische Beschreibung. Tetragonale Gestalten, vorherrschend die quadratische, an ihren langen Seitenkanten oft abgestumpfte, Säule, welche oben und unten in eine vierseitige bald von gleichschenkeligen Dreieckflächen, bald von Rhombenflächen umschlossene, Pyramide ausgeht (Fig. 7 und 8), seltener tetragonale, an ihren Polkanten abgestumpfte, Pyramiden. Ausserdem auch in stumpfkantigen oder abgerundeten Körnern. Die Krystalle, welche einzeln ein- oder aufgewachsen vorkommen, erscheinen sowohl in der Richtung der Pyramidenflächen, wie nach der Säule hin nur unvollkommen spaltbar. — Härte = 7,5; spec. Gewicht = 4,4—4,68. Vorherrschend gelbbraun oder hyacinthenroth, meist trübgefärbt oder ins Grauliche oder Grünliche ziehend, bisweilen aber auch farblos oder weiss und wasserhell; glas- bis diamantglänzend; durchsichtig bis undurchsichtig.

b. Chemisches Verhalten und chemischer Bestand. — Der Zirkon schmilzt zwar nicht vor dem Löthrohre, aber verändert die Farben; der edle, klare, rothe wird gelblich, der gemeine braune aber weiss; die ceylonischen Hyacinthen sollen sogar schon in einiger Entfernung von der Löthrohrflamme mit einem Male ihre Farbe verlieren. Bei dieser Farbenwandlung steigt nach Henneberg ihr specifisches Gewicht von 4,6 auf 4,71. — Mit Borax schmilzt er nur schwer, von Phosphorsalz wird er gar nicht angegriffen. Unter den Säuren vermag ihn nur die Schwefelsäure nach längerem Erhitzen zu zersetzen. Seiner chemischen Zusammensetzung nach erscheint er als eine isomorphe Mischung von 1 Atom Kieselsäure und 1 Atom Zirkonerde (Zirkonsäure), welches der Formel $\ddot{Z}r\ddot{S}i$ entspricht, wonach in 100 Theilen auf 33,67 Kieselsäure 66,33 Zirkonerde kommen. Ausserdem enthält er in der Regel 0,5—2 pCt. Eisenoxyd als Färbungsmittel.

Bemerkenswerth erscheint es, dass der Zirkon dem Rutil und dem Zinnstein isomorph erscheint.

c. Abarten: Zunächst unterscheidet man je nach der Färbung, dem Glanze und dem Grade der Durchsichtigkeit:

1) den gemeinen Zirkon, welcher vorherrschend gelbbraun ist und eingesprengt, bisweilen in zollgrossen Krystallen, im Syenit von Friedrichswärn (Zirkonsyenit Norwegens), im Eläolithsyenit von Laurwig in Norwegen und Miask am Ural (Miascit) und im Nephelindolerit (oder Basalt) am Vesuv vorkommt;

2) den *edlen Zirkon* oder *Hyacinth*, welcher feuer- oder hyacinthroth und diamantglänzend ist und theils in basaltischen Gesteinen (bei Unkel und im Siebengebirge am Rhein, am Laacher See bei Andernach, bei Cassel im Habichtswald, bei Le Puy in Frankreich) theils im Sande der Flüsse und dann mit Granat und anderen Edelsteinen, ja auch mit Gold untermischt — z. B. auf Ceylon, am Ural, Ohlapian und Muska in Siebenbürgen, bei Bilin in Böhmen etc. — vorkommt. — In der neuesten Zeit hat ihn Sandberger in allen Eklogiten, welche aus grasgrünem Omphacit und rosenrothem Granat bestehen (so namentlich in dem von Silberbach, Lausenhof, Fattigau, Eppenreuth u. a. O. des Fichtelgebirges) so häufig gefunden, *dass er ihn für einen Uebergemengtheil des Eklogites halten möchte.* Eben so constant kommt er nach demselben Gewährsmanne in dem *Karinthindiorite* der Saualpe in Kärnthen vor. (Vergl. Sandberger: „Zirkon im Fichtelgebirge," in der Würzburger naturwissenschaftlichen Zeitschrift, Bd. VI. 1866 S. 128 ff.)

Ausserdem möchten zu den Abarten des Zirkons noch gehören:

1) der *Ostranit* Breith., welcher zu Brewig in Norwegen vorkommt und nach Kenngott ein in Zersetzung begriffener Zirkon ist, wodurch sich auch die Verzerrung seiner, fast rhombisch erscheinenden, Gestalt erklären lässt.

2) der *Auerbachit* Herm., welcher im Kieselschiefer von Mariapol im Gouvernement Jekaterinoslaw vorkommt, kleine tetragonale Pyramiden bildet, bräunlichgrau und etwas fettig glänzend ist, eine Härte = 6,5, und ein spec. Gewicht = 4,06 besitzt und aus 43,22 $\ddot{Si}$ und 56,78 $\ddot{Zi}$ besteht, mithin die Formel $\ddot{Zr}^2\ddot{Si}^3$ besitzt.

3) der *Malakon*, welcher bläulichweiss oder bräunlich ist; eine Härte = 6 und ein spec. Gewicht = 3,9 — 4,2 besitzt; beimErhitzen Wasser ausschwitzt, sonst sich aber wie Zirkon verhält; 32,60 $\ddot{Si}$, 64,22 $\ddot{Zi}$ 3,18 HO, ausserdem aber auch etwas Eisenoxyd, Kalkerde und Magnesia enthält und wahrscheinlich ein in der Umwandlung begriffener Zirkon, also eine Art Pseudomorphose nach dem letzteren, ist. Er kommt bei Hitteröe in Norwegen, am Ilmengebirge, bei Chanteloub im Haute-Vienne Departement etc. vor.

d. *Umwandlungen, Associationen und Vorkommen.* Die Umwandlungen des Zirkons sind bis jetzt nur sehr wenig beobachtet worden; jedoch zeigen die im Vorigen angegebenen Abarten — Ostranit, Auerbachit und Malakon —, dass er durch Aufnahme von Wasser und Lösungen von Kalkerde und Magnesia umwandelbar ist. Aber eben wegen dieser Unkenntniss seiner Umwandlungen ist auch nicht viel über seine Associationen zu sagen. Nur soviel scheint in Beziehung auf diese letzteren gewiss zu sein, dass er namentlich mit Kalkmagnesiahornblenden und deren

Zersetzungs- und Umwandlungsproducten und andererseits vorzüglich mit den Kalkerde haltigen Feldspathen (Oligoklas, Labrador und Anorthit) und deren Umwandlungsproducten auftritt, dass also demgemäss

der Zirkon
in Association steht
mit

Kalkhornblende (Karinthin) und deren Umwandlungsgenossen:		Oligoklas oder Labrador und Nephelin und deren Umwandlungsgenossen:	
Magnesiaglimmer,	Rutil,	Eläolith,	Zeolithen.
Chlorit,	Titanit,	Sodalith,	
Strahlstein,	Eisenglanz,	Cancrinit,	
Epidot,	Magneteisenerz,	(Davyn).	
Granat,	Calcit,		
Wernerit	Wollastonit,		
(Olivin).	Quarz.		

Belege für diese Associationsreihen geben folgende Beispiele:

1) Im Syenite Norwegens (Friederichswären, Laurwig etc.) ist Oligoklas, Hornblende und Zirkon zu finden; ebenso bei Asby in Schweden, bei Meissen in Sachsen.
2) Im Syenitgneisse am Delaware bei Tenton in New-Yersei erscheint der Zirkon auch mit Granaten, und auf Ceylon in Gesellschaft von Sapphir und Spinell.
3) Im Miascit des Ilmengebirges ist der Zirkon gemengt mit (Oligoklas) Albit, Nephelin, Eläolith und Magnesiaglimmer; ausserdem auch mit Hornblende und den Umwandlungsproducten des Nephelins, nämlich mit dem Sodalith und Cancrinit oder Davyn (vergl. G. Rose, Reise im Ural, Bd. II. S. 47, 95, 535 etc.).
4) Auf einem Karinthinlager im Gneisse an der Saualpe in Kärnthen steht der Zirkon (Hyacinth) in Association mit Kalkhornblende (Karinthin), Granat, (Cyanit, schwarzem Glimmer, Epidot, Apatit, Kalkoligoklas, Quarz, Rutil, Titanit und Eisenkies. In der Regel erscheint er daselbst in dem Karinthin so ein- oder verwachsen, dass man ihn für ein Ausscheidungsproduct desselben halten möchte.
5) Im Eklogit des Fichtelgebirges findet er sich vorherrschend in Verwachsung mit grasgrünem Omphacit.
6) In Schottland (Sutherland) trifft man den Zirkon im Gemenge mit Epidot, Flussspath uhd Eisenkies.
7) Im körnigen Kalke von Böhmisch-Eisenberg in Mähren wird der Zirkon begleitet von Strahlstein, Diopsid und Wernerit.
8) Im Basalte des Rheingebirges erscheint der Zirkon in Gesellschaft theils von Mesotyp (Gerswiese bei Honnef), theils von Olivin (Unkel

bei Oberwinter). In der basaltischen Lava bei Orgues d'Expailly im Loire-Departement zeigt es sich mit Magneteisenerz.

Ausser diesen, gewissermassen gesetzlichen, Associationen, trifft man in der Gesellschaft der Zirkone auch noch manche ihm fremdartige Genossen, so Sapphir (z. B. im Mandelstein bei Brendola unfern Vicenza und auch im Gneisse auf Ceylon), Spinell (auf Ceylon), Yttrotantalit (bei Fahlun) u. s. w.

Nach allem eben Mitgetheilten erscheint nun einerseits das Gebiet des Gneisses mit seinen Durchsetzungsmassen, dem Granit, Syenit und Diorit, und andererseits das Durchbruchsgebiet der Basalte die Hauptheimath des Zirkons zu sein. In der That zwei, ihrem Alter nach sehr verschiedene, Bildungsräume. In beiden aber erscheint er mit ein und denselben Mineralien, vor allen mit der Hornblende und dem Nephelin oder Eläolith, im Verband.

Als felsbildender Gemengtheil spielt er nur eine sehr untergeordnete Rolle; denn er bildet eigentlich nur in dem schon oben genannten Zirkonsyenite Norwegens, in dem Eklogite des Fichtelgebirges, dem Karinthindiorite der Saualpe und Miascite des Ilmengebirges eine Art wesentlichen Bestandtheiles oder vielmehr eine charakterisirende Beimengung dieser Felsarten. Ausserdem findet man ihn nur in einzelnen Krystallen, theils in der Masse der obengenannten Felsarten eingewachsen, theils auf, — aus Quarz oder körnigem Kalke bestehenden — Gängen und Lagern zwischen denselben.

§. 79. 6. Dichroit.

[Synom. Cordierit, Jolith, Peliom, harter Fahlunit, Luchs- oder Wassersapphir.]

a. Mineralogische Beschreibung. — Rhombische Gestalten, und zwar vorherrschend kurze, scheinbar hexagonale oder dihexagonale Säulen, deren Endflächenkanten meist durch die Flächen rhombischer Pyramiden abgestumpft erscheinen (Fig. 9.) ausserdem in Körnern, Geschieben und körnigen oder schaligen Aggregaten. Die Krystalle oft mit schaliger Zusammensetzung in der Richtung der Säulenendflächen, und ziemlich deutlich spaltbar in der Richtung der Brachydiagonalen ($\infty \breve{P} \infty$). Der Bruch muschelig bis uneben und splitterig. Die Härte = 7—7,5, spec. Gew. = 26—2,8. — Vorherrschend violblau (so namentlich der Jolith [von ἴον, Veilchen] vom Cabo de Gata in Spanien), indig- bis dunkelblau, bläulichgrau oder weisslich; dann gelblich ins braune, graue und weissliche oder auch farblos. Glas-, im Bruche aber fettglänzend. Durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend. Ausgezeichnet durch seinen Trichroismus, dem zu Folge namentlich der schönblaue von Ceylon in der Richtung der Hauptaxe dunkelindigblau, quer auf

diese Axe einerseits blassblau und andererseits farblos oder auch schmutziggelb aussieht. Aehnlich dem Turmalin polarisirtes Licht absorbirend.

b) Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Vor dem Löthr. nur schwer und unter Verlust der Farbe an den Kanten schmelzbar zu Glas; in Borax und Phosphorsalz ganz oder mit Abscheidung eines Kieselskeletts löslich. — Beim Erhitzen bisweilen Wasser ausschwitzend. — Von Säuren nur wenig angreifbar.

Der Dichroit besteht nach Rammelsberg (a. a. O. S. 768) aus 2 Atom Magnesiabisilicat und 1 Atom Thonerde-Singulosilicat nach der Formel $2\,\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dddot{A}l^2\ddot{S}i^3$, wonach er 51,9 Kieselsäure, 34,6 Thonerde und 13,5 Magnesia enthält. In der Regel wird jedoch ein Theil der Thonerde durch 2—15 pCt. Eisenoxyd vertreten, wodurch der Thonerde- und Kieselsäure-Gehalt vermindert wird; auch zeigen sich oft in seiner Masse kleine Mengen von Manganoxydul (0,5—1,6) Eisenoxydul, Kalkerde (1,5—3 pCt.) oder auch von Wasser (0,5—3 pCt.).

c. Umwandlungen, Associationen und Vorkommen. Der Dichroit hat zwar nur eine geringe Verbreitung in den Massen der Erdrinde; auch bildet er eigentlich nirgends einen wesentlichen Gemengtheil von Felsarten, denn selbst in dem, aus schwarzem Glimmer, Feldspath und grauem Quarz bestehenden, Gneisse, welcher bei Lutzenau und Rochsburg im Granulitgebiete Sachsens inselartig auftritt, ist er nur mehr als eine häufige und innige Beimengung zu betrachten. Trotzdem aber ist er von grossem geologischen Interesse durch die Umwandlungen, welche er dadurch erleidet, dass Wasser und alkalische Lösungen zwischen die schaligen Absonderungen seiner Krystalle eindringen und ihren Wasser- oder Alkaligehalt der Dichroitmasse einverleiben, dafür aber Magnesia ausführen. Schon Haidinger macht in seiner scharfsinnigen Abhandlung über den Cordierit (in d. Abhandl. der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 5. Folge. Bd. IV.) darauf aufmerksam, dass dieses Mineral der Anfangspunkt einer ganzen Reihe von Uebergängen ist, welche mit dem Glimmer als Endpunkt schliesst und zu deren Gliedern der Fahlunit, Chlorophyllit, Bonsdorffit, Esmarkit, Weissit, Praseolith, Gigantolith und Pinit gehören. Alle diese letztgenannten Minerale nämlich kommen nicht nur in Pseudomorphosen nach Dichroit vor, und umschliessen als solche oft sogar noch einen unzersetzten Kern des letztgenannten Minerales, sondern besitzen auch, wenn man ihren Wassergehalt ausser Acht lässt, dieselbe chemische Zusammensetzungsformel, wie dieses Mineral. Alle können aber auch, wie Blum in seinen Pseudomorphosen gezeigt hat, in Glimmer umgewandelt werden, so dass also dieser letztere als das Endumwandlungsprodukt nicht nur unmittelbar des Dichroits selbst, sondern auch mittelbar aller seiner Umwandlungsminerale, vor allen aber der Pinites, anzusehen ist. — Dies vorausgesetzt ergeben sich nun folgende zwei Umwandlungsreihen für den Dichroit:

Der Dichroit ($2 \dot{M}g \ddot{S}i + \dddot{A}l^2 \ddot{S}i^3$)
nimmt auf:

nur Wasser und wird zu:	Wasser und Kali und wird zu:
Praseolith durch 2 Atom Wasser.	Fahlunit mit 1,6 Kali u. 3 At. Wasser.
Esmarkit „ 2,5 „ „	Weissit „ 4,1 „ „ 3 „ „
Aspasiolith „ 3 „ „	Gigantolith „ 6 „ „ 1 „ „
Bonsdorffit „ 4 „ „	Pinit „ 6—12 „ „ 5 „ „
Hierbei wird Kieselsäure verdrängt.	Hierbei wird namentlich Magnesia verdrängt.

Ihr Endumwandlungsproduct ist durch Aufnahme von Kali und allmähliger Wiederausstossung von Wasser:
Kaliglimmer.

Bemerkung: Es sind in der eben aufgestellten Reihe nur die am meisten vorkommenden Umwandlungen aufgenommen worden. Die verschiedenen Uebergangsformen des Pinites (Giesekit, Iberit, Liebenerit und Killinit) konnten ausser Acht gelassen werden.

Die am meisten vorkommende und in ihrer Zusammensetzung am stärksten schwankende dieser Umwandlungsformen ist der Pinit. Er bildet gewöhnlich etwas abgerundet erscheinende 12seitige Säulen mit geraden Endflächen, welche sich häufig schalig absondern lassen, so dass die Krystalle ein blättriges Gefüge zu haben scheinen. Die Härte = 2—3; das spec. Gew. 2,74—2,85. Vorherrschend unrein dunkelgrün, oft durch Eisenoxyd rothbraun gefärbt; schwach fettglänzend oder matt; undurchsichtig. Im Allgemeinen mit 45—56 Kieselsäure, 25—34 Thonerde, 4—12 Eisenoxyd und 6—12 Kali nebst 4—8 pCt. Wasser. Er findet sich am meisten in angewitterten Graniten und sogenannten Thonporphyren (z. B. zu Schneeberg, bei Ruhla und Brotterode am Thüringer Walde, am Auersberg bei Stollberg am Harze; am schönsten zu Morat in der Auvergne). Am Thüringer Walde zeigt er sich nur dann in Graniten, wenn der Feldspath derselben in Verwitterung begriffen ist. Wahrscheinlich musste der letztere erst das kohlensaure Kali liefern, durch welches der Pinit erzeugt wurde. Bemerkenswerth ist es aber, dass wenigstens von mir trotz aller Mühe noch nie Dichroit selbst im Gebiete des Pinitgranites gefunden worden ist. Sollte am Ende der Pinit vielleicht ein nicht zur Reife gekommener Dichroit sein? oder sollte aller ehemals vorhandene Dichroit bis auf die letzte Spur in Pinit umgewandelt worden sein? Erwähnenswerth erscheint es auch, dass in den Pinitgraniten der Glimmer (Magnesiaglimmer) um so mehr zurücktritt, je mehr der Pinit selbst herrschend ist.

Belege für die obenerwähnten Umwandlungen des Dichroites findet man in Bischofs chem. Geologie Bd. II. S. 372 ff. Die meisten derselben liefert das Granitgebiet Norwegens und Schwedens.

Für die Umwandlung des Pinites in Glimmer sprechen folgende Thatsachen:

Blum zeigt in der Zeitschrift für Mineral. (1828. S. 683 f.), dass in dem Granite von Heidelberg der Glimmer in der Form von Pinit auftritt und zwar oft in der Weise, dass die eine Hälfte des Pinitkrystalles aus Glimmer besteht, während die andere noch fester Pinit ist. — Der Pinit von Waldenburg in Sachsen und von Neudorf in Böhmen ist mit Beibehaltung seiner Form entweder ganz oder an seinen schaligen Endflächen in Glimmer umgewandelt, und die Pinitkrystalle aus dem Granite von Buchwald in Sachsen bestehen fast ganz aus einem sehr feinem Gemenge von zarten Glimmerschüppchen.

Sowohl der Dichroit wie der Pinit mit allen übrigen Umwandlungsstufen des ersteren kommt vorherrschend im Granite oder auch im Gneiss, Glimmer- und Chloritschiefer, seltener im Urthonschiefer eingewachsen vor; jedoch hat man den ersteren auch schon auf Gängen mit Quarz und Granat (am Cabo de Gata in Spanien) oder auf Kupferkies-Lagern in Begleitung von Magnetkies, Zinkblende und Glimmer (Bodenmais in Baiern und zu Orrijerfoi in Finnland) oder auch Magneteisenerzlagern mit Granat und Hornblende (zu Arendal) gefunden. Ausserdem hat man Dichroit im Diorit von Granatillo bei Nijar in Granada, im Trachyt am Laacher See und im Basaltgesteine von Pontgibaud im Departement Puy de Dome eingewachsen bemerkt.

Die ausgezeichnetsten Fundorte befinden sich jedoch im Granit oder Gneiss bei Fahlun, Krageröe und Helsingfors in Norwegen, bei Abo und Tammala in Finnland, in Grönland, bei Haddam in Nordamerika, bei Bodenmais in Baiern u. s. w.

§. 80. 7. Olivin.

[Synom: Chrysolith, Peridot, Hyalosiderit, Cherzolith, Damour und Sandberger.]

a. Mineralogische Beschreibung: Rhombische Gestalten, vorherrschend breitgedrückte Säulen, welche durch Abstumpfung ihrer Kanten mannichfache Combinationen namentlich mit abgestumpften rhombischen Pyramiden wahrnehmen lassen [Fig. 10] und gewöhnlich eingewachsen in der Masse der Gesteine auftreten; ausserdem in Körnern, Geschieben und körnigen Aggregaten, welche bisweilen in Kugelformen bis zu 10 Zoll im Durchmesser vorkommen; endlich in derben Gesteinmassen. Die Spaltbarkeit in der Richtung der kleinen Mittelaxe ziemlich deutlich, in der Richtung der längeren Mittelaxe aber ganz undeutlich. Der Bruch muschelig bis uneben. — Die Härte = 6,5—7; spec. Gew. = 3,3—3,8. — Vorherrschend öl-, spargel- bis stachelbeergrün, auch gelbgrün, lichtgraulichgrün, gelb oder durch Verwitte-

rung braunroth, aber auch weiss; glasglänzend; durchsichtig bis undurchsichtig.

b. Chemisches Verhalten und Bestand. — Vor d. Löthr. unschmelzbar bei geringem, etwas schmelzbar bei starkem Eisengehalt; überhaupt aber im Allgemeinen zu den nicht schmelzbaren Mineralien gehörig und darum trotz seines Vorkommens in vulcanischen Gesteinen, namentlich in den Basalten, nicht durch vulcanische Schmelzung entstanden. — Durch Schwefelsäure und auch durch heisse Salzsäure als Pulver leicht zersetzbar und dann Gallerte bildend.

Vorherrschend sind wohl die Olivine als Drittelsilicate der isomorphen Basen Magnesia und Eisenoxydul anzusehen, in denen auf 1 At. Eisenoxydul 7—10 At. Magnesia kommen, so dass sie der Formel: $\dot{F}e^2\ddot{S}i$ + 7 oder 10 $\dot{M}g^2\ddot{S}i$ entsprechen, wonach sie im Allgemeinen aus 41,18—42,41 Kieselsäure, 46,79—50,82 Magnesia und 12,03—7,04 Eisenoxydul bestehen. Damour fand im Olivine 40,99 $\ddot{S}i$, 43,54 $\dot{M}g$., 13,87 $\dot{F}e$ und 1,62 $\dot{M}a$., und Rammelsberg fand in dem weissen Olivine des Vesuvs, dessen spec. Gew. = 3,243 ist, 42,41 $\ddot{S}i$, 53,[illegible]0 $\dot{M}g$. und 2,33 $\dot{F}e$. Der letztgenannte Gewährsmann bringt überhaupt die Olivine je nach ihrem Gehalte an Eisenoxydul unter drei Gruppen:

1) Olivine mit höchstens 2,5 pCt. Eisenoxydul, welche der Formel $\dot{F}e^2\ddot{S}i$ + 36 $\dot{M}g.^2\ddot{S}i$.
2) Olivine mit 7—12 pCt. Eisenoxydul, welche der Formel $\dot{F}e^2\ddot{S}i$ + 9 $\dot{M}g^2\ddot{S}i$ oder $\dot{F}e^2\ddot{S}i$ + 10 $\dot{M}g^2\ddot{S}i$,
3) Olivine mit 15—20 pCt. Eisenoxydul, welche den Formeln $\dot{F}e^2Si$ + 4 oder 5 oder 6 $\dot{M}g^2\ddot{S}i$ entsprechen.

Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen enthalten manche Olivine auch geringe Mengen von Nickeloxyd, Manganoxydul und Thonerde, ja nach Berzelius auch von Zinnsäure (so namentlich der Olivin aus dem Pallas'schen Meteoriten); selbst Kalk, Kali und Phosphorsäure hat man in einigen gefunden. Und Damour beschreibt einen derben rothbraunen Olivin aus dem Talkschiefer von Pfunders in Tyrol, welcher 3,5 bis 5,3 Titansäure und 1,7 Wasser enthielt.

c. Abarten: Man unterscheidet:

1) den Chrysolith oder edlen Olivin, welcher in durchsichtigen, schön gelbgrünen Krystallen und Körnern aus Oberägypten und Brasilien kommt und selten im Basalte eingewachsen erscheint. Sehr schöne Krystalle kommen auch nach Professor vom Rath („Skizzen aus dem vulcanischen Gebiete des Niederrheins" in d. Zeitschr. d. deut. geol. Ges. 1864) in den Schlacken des Forstberges bei Ettringen vor.
2) den Olivin oder gemeinen Chrysolith, welcher öl- bis bouteillengrün, auch ockergelb, durchscheinend, fettig glasglänzend ist

und in Krystallen und krystallinischen Körnern in basaltischen Gesteinen, Laven und Meteoriten eingewachsen vorkommt. — Von diesem, noch reinen, Olivine muss man unterscheiden nach Damour und Sandberger, welcher im N. Jahrb. der Min. 1866. S. 386—400 eine vortreffliche Abhandlung: „Ueber Olivinfels und die in demselben vorkommenden Mineralien", sowie: „Nachträgliche Bemerkungen zu dieser Abhandlung" gegeben hat,

3) den Olivinfels oder Cherzolith (Dunit nach Hochstetter) seiner Hauptmasse nach lichtgraulich- oder weisslichgrünes, gross- bis kleinkörniges, im Bruche unebenes, hartes und zähes Gestein, in dessen Masse in der Regel Krystalle oder krystallinische Körner von bräunlichem Enstatit (Bronzit), schwarze, oft octaëdrische Körner von Picotit, helllauch- bis smaragdgrüne Körner von Chromdiopsid und bisweilen auch Pyropkörner eingemengt liegen.

Zusatz: Die ebengenannten Einmengungen, welche höchst wahrscheinlich, wie der Olivin selbst, Umwandlungsproducte eines primitiven Augitgesteines sind, sind am besten in angewittertem Olivinfels oder auch im frischen dann zu bemerken, wenn man ihn längere Zeit mit Salzsäure digerirt; es treten dann dieselben deutlich aus der verwitterten oder angeätzten, schmutzig gelben Olivinmasse hervor. Da sie von Wichtigkeit für die Umwandlung und Characterisirung des Olivinfelses sind, so sollen sie hier kurz beschrieben werden.

1) Der Chromdiopsid Sandbergers: grün, spec. Gew. = 3,28; v. d. L. ziemlich leicht zu weisslichgrünem Glase schmelzend und mit Phosphorsalz die Chrom-Reaction zeigend. Chem. Gehalt: 53,43 $\ddot{\text{Si}}$; 20,29 $\dot{\text{Ca}}$; 12,44 $\dot{\text{Mg}}$; 8,49 $\dot{\text{Fe}}$; 4,05 $\ddot{\text{Al}}$; 1,29 $\ddot{\text{Cr}}$. — Sehr schön im Olivinfels des Ultenthales.

2) Der Pikotit, eine Art Pleonast oder Spinell, in welchem die Thonerde theilweise durch Chromoxyd ersetzt ist, und ein sehr treuer Begleiter des Olivins: schwarz, schwarzgrün oder blauschwarz, mit hellbraunem Pulver. H = 8 (also härter als das ihm ähnliche Chromeisenerz = 4,4 — 4,5). V. d. L. für sich unschmelzbar; mit Borax in der Hitze die Reaction des Eisens, bei der Abkühlung aber die des Chroms gebend. In Körnern und abgerundeten Octaëdern bis zu Erbsengrösse. — Chem. Bestand: 10,18 $\dot{\text{Mg}}$; 24,60 $\dot{\text{Fe}}$; 55,34 $\ddot{\text{Al}}$; 7,90 $\ddot{\text{Cr}}$; 1,98 $\ddot{\text{Si}}$. Ebenfalls sehr schön im Olivinfels des Ultenthales. — In kleinen Körnern dem Magneteisen sehr ähnlich und darum sehr gewöhnlich mit dem letzteren verwechselt.

3) Pyrop (vgl. unter den Abarten des Granates §. 76d. 10.)

4) Enstatit (vgl. weiter unten unter den Amphiboliten.)

Ganz dieselben Beimengungen treten nun auch in vielen Serpentinen auf; man kann also schon hieraus auf nahe Beziehungen zwischen Olivin, Enstatit, Pyrop und Pikotit einerseits und dem Serpentine andererseits deuten.

4) den Hyalosiderit, welcher äusserlich messinggelb und metallisch schillernd, innerlich aber braun ist und z. B. in dem Basaltmandelsteine des Winkelberges am Kaiserstuhle im Breisgau vorkommt.

d. Verwitterung und Umwandlung. — Der Olivin erleidet theils urch die Atmosphärilien, theils durch die Verwitterungssubstanzen, welche ei der Zersetzung der ihn einschliessenden Mineralmassen frei werden und uf seine Masse einwirken, verschiedenartige Veränderungen, am meisten edoch der in körnigen Aggregaten auftretende.

a. Steht er in ununterbrochenem Verbande mit der Atmosphäre, so eginnt seine Zersetzung stets damit, dass sein Eisenoxydulgehalt sich in Eisenoxyduloxyd und Eisenoxydhydrat umwandelt und sich von seiner Verindung mit der kieselsauren Magnesia los trennt. Die so durch diese Auscheidung des Eisenoxydules freigewordene Kieselsäure bleibt indessen mit er, im noch übrigen Olivine vorhandenen, kieselsauren Magnesia gemengt. ndem aber nun mit dem atmosphärischen Sauerstoffe zugleich Kohlensäure altiges Meteorwasser in die Masse des Olivins eindringt, wird sie zugleich nit dem Eisenoxydule auch eines Theiles ihrer Magnesia beraubt, indem iese letztere sich mit der eingedrungenen Kohlensäure zu auslaugbarem Iagnesiabicarbonat verbindet. Durch dieses Alles entsteht nun im weiteren Verlaufe der Verwitterung aus dem Olivine eine ockergelbe Masse, welche inerseits um so ärmer an Eisenoxydul und andererseits um so reicher an Kieselsäure erscheint, je weiter die Verwitterung des Olivins vorgeschritten st und sich in ihren Eigenschaften bald mehr dem erdigen Serpentin bald nehr dem Speckstein nähert.

In dem jetzt nun ausgebeuteten Basaltbruche an der Kupfergrube bei Fernbreitenbach (2 Meilen westlich von Eisenach) kamen in einem blasigen Basalte zahlreiche Knollen körnigen Olivines vor, welche theilweise ganz ersetzt waren. In vielen dieser Knollen zeigten sich kleine braunrothe Rubellanblättchen; in anderen erschien die Olivinmasse serpentinisch und in noch anderen ganz specksteinartig. Am bemerkenswerthesten erschienen einige Blasenräume, welche halb mit solchem specksteinartigen Olivin und halb mit feintraubigem Chalcedon oder auch blaulichweissem Opal ausgefüllt waren. — Sollten vielleicht die Edelopalknöllchen, welche sich in den an serpentinisirten Olivenknollen reichen Basaltstuffen der hohen Rhön befinden, aus der Kieselsäure, welche bei der Umwandlung des Olivins in Speckstein frei wird, gebildet haben?

b. Serpentinisirung. Es ist im Vorigen angedeutet worden, auf welche Weise sich der Olivin zersetzt, wenn die Atmosphärilien, nament-

lich der Sauerstoff, auf ihn ungehindert einwirken können. Anders erscheint seine Umwandlung, wenn nur Kohlensäure haltiges Wasser, aber kein Sauerstoff mit ihm in Berührung kommt, wie dies unter anderem dann der Fall ist, wenn ein solches Meteorwasser, welches schon in den oberen Erdrindelagen seinen Sauerstoff an Eisenoxyd haltige Felsarten abgegeben hat, im Innern von Gebirgsmassen auf Spalten und Blasenräumen zu Olivin gelangt. In diesem Falle wird der letztere von Aussen nach Innen zunächst hydratisirt und dann eines Viertels seiner Magnesia und seines ganzen Eisenoxydules beraubt, indem durch die Kohlensäure Bicarbonate der Magnesia und des Eisenoxydules erzeugt werden, welche dann das zutretende Wasser auslaugt und bei seiner Verdampfung an den Kluftenwänden oder in den Lücken und Drusenräumen der angegriffenen Olivinmasse als Bitterspath und Eisenspath oder (bei späterer Oxydirung des letztern) Magneteisenerz wieder absetzt:

Ein Olivin, welcher so den ganzen oder doch grössten Antheil seines Eisenoxydules und den vierten Theil seines Magnesiagehaltes verloren, dagegen aber 2—4 Theile Wasser in seine Masse aufgenommen hat, ist zu Serpentin geworden, wie schon ein Vergleich der chemischen Formeln vom Olivin und Serpentin zeigt; denn

$$2 \text{ Atome Olivin} = \dot{M}g^4\ddot{S}i^2,$$
$$1 \text{ Atom Serpentin} = \dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 2 \text{ aq.}$$

Belege.

1) Sandberger theilt über diese Serpentinisirung (in seinen Bemerkungen etc. (S. 174 ff.) des Olivins Folgendes mit: „An einigen der (— von ihm untersuchten —) Olivinfelsstufen ist der Olivinfels nur von dünnen, dunkelgrünen, schillernden Chrysotiladern nach allen Richtungen hin durchsetzt, in anderen werden jene Adern immer dicker und zahlreicher und schliessen zwischen sich nussgrosse oder noch kleinere, an den Rändern bereits matt und weich gewordene Reste von Olivinfels ein. Man sieht deutlich, dass die Serpentinbildung von den Zerklüftungsflächen des Olivinfelses, von Aussen nach Innen, erfolgte und dass sie mit dem Auftreten krystallinischer Serpentinsubstanz (Chrysotil) begonnen hat. — An solchen Stücken, wo nur dünne Chrysotiladern sich gebildet hatten, sind diese später einem neuen Zersetzungsprocesse anheimgefallen, welcher zugleich eine sehr elegante Pseudomorphose darstellt, der Umwandlung in körniges Magneteisen. Ganze Schnüre lassen in allen Stadien die Umbildung zu sehr feinen, seidenglänzenden Fasern oder zu einer matten, weissen Masse bei gleichzeitigem Auftreten schwarzer Magneteisenkörnchen bemerken, deren Menge immer mehr zunimmt und die schliesslich für sich allein mit genauester Erhaltung der faserigen

Structur die Schnürchen bilden. Man wird diese Pseudomorphose, Magneteisen nach Chrysotil, als Umwandlungs-Pseudomorphose ansehen müssen. Ebensowohl, wie in den Chrysotilschnüren, findet vielfach auch eine Magneteisen-Ausscheidung aus dem Serpentin selbst statt, indem sich derselbe stellenweise gebleicht und mit unzähligen feinen schwarzen Schnürchen und Ringen angefüllt zeigt, die Magneteisen sind. Der Eisenoxydulgehalt des Olivinfelses wird also schliesslich vollständig als Magneteisen abgeschieden."

2) Am schönsten zeigt sich diese Umwandlung auf Snarum in Norwegen. Daselbst kommen nach Tamnau (Poggend. Annal. Bd. 36 S. 370 u. Bd. 42 S. 466) Afterkrystalle des Serpentins nach Olivin von Armsdicke und 1½ Fuss Länge vor, welche innerlich noch einen Kern von unzersetztem Olivin zeigen.

3) Ich selbst besitze aus der Freiberger Mineralien-Niederlage eine Serpentinstufe von Snarum, welche in dieser Beziehung sehr interessant ist. In derselben erscheint gelbgrüner Serpentin von feinen, noch in Zersetzung begriffenen, braunrothen Olivinlamellen, noch ganz frischen, grünen Olivinkörnern, grünlich-silberweissen Talkblättern und mikroscopisch kleinen Magneteisenkörnchen durchzogen, während in einer Art Höhlenraum eine Druse wohl ausgebildeter, in Serpentin ganz umgewandelter, Olivinkrystalle (— zum Theil schöne abgestumpfte Rhombenpyramiden —), welche nach unten in die dichte Serpentinmasse übergehen, an ihrer Oberfläche aber mit zahlreichen, kleinen, blätterigen Eisenglanzpützchen bedeckt sind, sitzen. In der That, man kann sich nicht leicht eine schönere Association von Umwandlungsgenossen des Olivins denken! Serpentin und Talk sind aus der hydratisirten und ihres Eisenoxydul- und Magnesiagehaltes zum Theil beraubten Olivinmasse; und der Eisenglanz, sowie das Magneteisenerz aus dem ausgelaugten Bicarbonat des Eisenoxydules entstanden. Schade, dass in dieser Association nicht auch der von Quenstedt genannte Bitterspath, welcher die Pseudomorphosen von Snarum durchzieht, vorhanden ist; denn dann wäre die ganze Reihe der Umwandlungsgenossen des Olivins vollständig vorhanden.

c. Associationen. Nach allem oben Mitgetheilten erscheint der Olivin einerseits mit amphibolischen Mineralien, oder mit Pyrop und Picotit, — also mit lauter Mineralien, welche scheinbar in gar keiner Verwandtschaft zu ihm stehen und aus deren Umwandlung er auch gar nicht hervorgegangen zu sein scheint, da man ihn noch nie in einer Pseudomorphose, noch einem dieser Minerale gefunden

hat —, und andererseits mit Mineralarten im Verband, welche erst aus seiner Verwitterung oder Umwandlung hervorgegangen sind. Hiernach ergiebt sich folgende Uebersicht seiner Associationen:

Der Olivin
bildet Associationen mit

ihm scheinbar fremden Mineralien, vorherrschend mit		seinen Umwandlungs- und Zersetzungsproducten	
Amphiboliten	**Picotit und Pyrop.**	Eisenoxydulhydrat,	Chrysotil,
Augit,		Opal u. Chalcedon,	Serpentin,
Enstatit,		Speckstein	Talk,
Bronzit,		(Calcit).	Bitterspath,
Chromdichroit,			Eisenspath,
Hornblende.			Magneteisenerz,
			Chromeisenerz.

f. Geologische Bedeutung. Wie oben bei den Abarten angegeben worden ist, so bildet der Olivin schon für sich allein oder in Untermengung mit Körnern von bräunlichem Enstatit oder Bronzit, schwarzem Picotit, grünem Chromdiopsid und auch oft rothem Pyrop eine selbstständige, weitverbreitete Felsart, den Olivinfels, Lherzolith (nach Charpentier) oder Dunit (nach Hochstetter).

Diese Felsart zeigt sich bedeutend entwickelt:

in den Pyrenäen in der Umgebung des Lherz-See, wo er nach Marrot einen grauen, z. Th. körnigen Liaskalk eingelagert erscheint;

in Frankreich, wo er nach Descloiseaux im silurischen Kalksteine von Eaux-Bonnes (Basses Pyrénées) vorkommt;

in Deutchland zunächst an dem Schwarzenstein bei Wallis in Nassau, an der Seefeld-Alp im Ultenthal in Tyrol, am Peterlestein bei Kupferberg in Oberfranken, wo er deutliche Uebergänge in Serpentin zeigt und schöne grossblättrige Aggregate von Bronzit enthält (nach Sandberger);

in Neuseeland, wo er nach Hochstetter, welcher ihn Dunit nannte, in dem gewaltigen Serpentingebirge des Dun-Montain auftritt.

Ausserdem aber erscheint der Olivin als ein durchaus charakteristischer, wenn auch unwesentlicher Gemengtheil aller der jüngeren vulcanischen Felsarten, welcher Augit, Labrador, Nephelin, Leucit und Magneteisenerz zu wesentlichen Gemengtheilen haben, also vor allen des Basaltes, in welchem er selten fehlt, und der basaltischen Tuffe und Conglomerate, weniger schon des Dolerites, Nephelindolerites und Leucitophyrs. Endlich trifft man ihn auch in der Masse verschiedener Laven und anderer vulcanischen Auswürflinge, bisweilen auch im Obsidiane und im Sande von Gewässern, welche Basaltberge durchfliessen. Dass er ferner auch im Serpentin und Talkschiefer (am Ural) auftritt, ist oben schon gezeigt worden. Ob er aber auch im Hyper-

nfels und Syenit vorkommt, wie Hausmann angiebt, ist etwas zweifel-
. — Schliesslich ist noch zu bemerken, dass er auch häufig einen
andtheil der Meteoriten, so z. B. in der allbekannten Pallasischen Eisen-
se, in der Meteormasse von Alakama, von Otumpa in Südamerika u. s. w.
et.

ierkung: Berzelius hat Olivin im Syenit bei Elfdalen gefunden. Auch soll
ach Breithaupt der edle Olivin im Granit und Syenit am rothen Meere vor-
ommen (Handb. der Mineral. III. 723).

Nach allem eben Mitgetheilten ist demnach der Olivin ein für die
Zusammensetzung der Erdrindemassen weit wichtigeres Mineral, als
bis jetzt gemeint hat. Er erscheint ja nach allen bis jetzt aufgefun-
n Thatsachen als das Hauptbildungsmaterial des so weit verbreiteten
entins, wenigstens alles dessen, welcher Pyrop, Bronzit, Chromdiopsid,
tit und Chromeisenerz führt, und mag schon aus diesem Grunde in
früheren Bildungsperioden der Erdrinde eine weit mächtigere Ausbrei-
in und auf der letzteren gehabt haben, als jetzt. Vielleicht ist es
möglich, dass er noch gegenwärtig bedeutende Ablagerungsmassen in
tiefsten Regionen der Erdrinde bildet. Wenigstens sprechen dafür die
reichen, bis kopfgrossen, Knollen von körnigem Olivin, welche häufig in
ren vulcanischen Auswurfsmassen, so namentlich in den Basalten, — z. B.
Naurod unfern Wiesbaden, Unkel am Rhein, am Stempel bei Marburg,
Alpstein bei Sontra in Kurhessen, bei Lauterbach am Vogelsberg, am
eimer Hügel bei Hofheim in Unterfranken, bei Döllnitz in Böhmen etc. —,
ebacken vorkommen und nach Sandberger (a. a. O. S. 397) eben so
und deutlich Bronzit, Enstatit, Chromdiopsid und Picotit enthalten, wie
noch gegenwärtig aus der Erdoberfläche hervortretenden Massen des
infelses: denn alle diese in Basalten und Laven eingeschlossenen Brocken,
eln und Knollen sind — wie auch schon Gutberlet 1853 in seiner
andlung „über Einschlüsse in vulcanoidischen Gesteinen“ angedeutet
— wohl nichts weiter als Reste von Olivinfelsmassen, welche die Ba-
bei ihrem gewaltsamen Druchbruche losgerissen, ihrer Masse ein-
eibt und so mit sich emporgerissen haben, und daher auch nicht zu
rechseln mit den gutausgebildeten Olivinkrystallen, welche ebenfalls
fig im Basalte vorkommen, aber sich jedenfalls erst später aus den
etzungsproducten der basaltischen Masse entwickelt haben.

II. Gruppe: Feldspathe.

§. 81.

§. 81a. Allgemeiner Charakter: Monoklinisch oder trikli-
sch krystallisirte, vorherrschend weiss, gelblichweiss, röthlich bis
h- oder unreingraubraun oder auch grau gefärbte, seltener grüne bis

farblose Mineralien, welche eine Härte = 6, ein spec. Gewicht = 2,53 bis 2,76 besitzen, mit Kobaltsolution erhitzt blau werden und als wasserlose Verbindungen von 1 Atom Thonerde, 1 Atom Monoxyd (= Ṙ = Kali. Natron, Kalkerde) und 2—6 Atom Kieselsäure zu betrachten sind und demnach alle der Formel Ṙ Ä̶l + n S̈i angehören (wobei indessen zu bemerken ist, dass Feldspath mit nur einer Monoxyd-Art zu den Seltenheiten gehört).

Ihre meist eingewachsenen Krystalle erscheinen als rechteckige, oder rhomboidale, 4- oder 6seitige, Säulen und Tafeln, welche sowohl basisch, wie klinodiagonal vollkommen spaltbar sind, sehr häufig Zwillingskrystalle bilden und dann in der Regel auf der basischen Spaltungsfläche die sogenannte Zwillingsstreifung zeigen. Eingewachsen in der Masse von Gesteinen treten sie an der Bruchfläche der letzteren als quadratische, rechteckige, rhomboidale oder auch ungleichseitige sechsseitige (□-, ▯-, ⬡- oder ⬡-förmige) Flächen hervor.

§. 81b. Chemischer Gehalt im Allgemeinen und auf denselben gegründete Gruppirung.

I. Je nach der Grösse ihres Kieselsäuregehaltes erscheinen sie

1) als kieselsäurereiche Feldspathe, in welchen die Kieselsäuremenge 4—6 Atome von der Menge der Basen-Atome beträgt. Diese schmelzen vor dem Löthrohre sehr schwer und werden von Säuren gar nicht oder nur kaum merklich angegriffen. Ihr spec. Gewicht ist = 2,53 bis höchstens 2,68. — Zu ihnen gehören:

   a. im reinen Zustande kalklose (oder höchstens 2 pCt. Kalk haltige):

      der Orthoklas, welcher in reinem Zustande 1 At. Ä̶l, 1 At. K̇ und 6 At. S̈i,

      der Albit, welcher in reinem Zustande 1 At. Ä̶l, 1 At. Ṅa und 6 At. S̈i enthält;

   b. im reinen Zustande kalkhaltige (mit wenigstens 2 pCt. Kalk):

      der Oligoklas, welcher 2 At. Ä̶l, 2 At. K̇, Ṅa, Ċa und 9 At. S̈i besitzt.

2) als kieselsäurearme Feldspathe, in welchen die Kieselsäure 2 bis 3 Atome beträgt. Diese schmelzen vor dem Löthrohre bald leicht, bald schwer zu einem weissen Email und werden durch concentrirte Salzsäure leicht oder schwer und ganz oder unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt. Ihr spec. Gewicht ist = 2,67—2,76; sie sind also schwerer als die kieselsäurereichen Feldspathe. Alle sind kalkreich; dagegen geht ihnen das Kali (mehr oder minder) ab. Zu ihnen gehören:

   der Labrador, welcher aus 1 At. Ä̶l, 1 At. Ċa Ṅa und 3 At. S̈i,

der Anorthit, welcher aus 1 At. $\ddot{\bar{A}}l$, 1 At. $\dot{C}a$ und 2 At. $\ddot{S}i$ besteht.

II. Eine sehr beachtenswerthe Rolle spielt in der Zusammensetzung : Feldspathe die Kalkerde. Sie fehlt nur selten im Gehalte dieser nerale und ist für die Verwitterung derselben von grosser Bedeutung, dem alle Feldspathe durch Kohlensäure haltiges Wasser um schneller und leichter zersetzt werden, je mehr sie Kalkde enthalten.

Im Orthoklas und Albit fehlt sie oft und wenn sie vorhanden, so igt ihr Gehalt höchstens bis 2 pCt. Diese beiden Feldspathe werden n Säuren fast gar nicht angegriffen und verwittern unter den Feldspathen ı langsamsten. — Im Labrador dagegen beträgt der Kalkerdegehalt pCt. und im Anorthit 19—20 pCt. Diese beiden Feldspathe werden n Säuren zersetzt und verwittern bald. — Im Oligoklas aber schwankt r Kalkerdegehalt von 2—9 pCt.; er zeigt sich daher in der Schnelligkeit ner Verwitterung sehr verschieden.

Im Allgemeinen kann man hiernach sagen, dass der Kalkerdegehalt . umgekehrten Verhältnisse zu dem Kieselsäuregehalte der Feldspathe steht:

Die kieselsäurereichen Feldspathe sind leer oder arm an Kalkerde, die kieselsäurearmen Feldspathe aber sind kalkerdereich.

ıdererseits bemerkt man aber auch bei diesem Verhältnisse zugleich, dass

einerseits mit zunehmendem Natrongehalte die Menge der Kieselsäure wächst, und

andererseits mit zunehmendem Kaligehalte die Menge der Kalkerde stark abnimmt.

Dem kalkreichen Anorthit geht das Kali ganz ab; dagegen scheint s Natron keinem Feldspathe ganz zu fehlen.

Ausserdem ist nun noch zu beachten, dass Magnesia in den kalkchen Feldspathen nur selten ganz fehlt, ja in manchem Anorthit sogar pCt. beträgt; in den kalkarmen oder kalklosen Feldspathen aber meistens nz fehlt oder höchstens bis zu 1 pCt. ansteigt.

III. Endlich ist hier noch zu bemerken, dass die Kieselsäure in n kieselsäurereichen Feldspathen, so namentlich im Orthoklas und Albit, ıe eigenthümliche Rolle spielt. Bei den Umwandlungen dieser Feldspathe ı welchen auf 1 Atom Thonerde + 1 Atom Kali 6 Atome Kieselsäure mmen) in Kaolin und Glimmer werden normal 4 Atome Kieselsäure aus r Feldspathmasse entfernt, so dass

für den Kaolin: 1 At. Thonerde + 2 At. Kieselsäure, und

für den Glimmer: 1 At. Thonerde + $\frac{1}{3}$ At. Kali + 2 At. Kieselsäure

eiben, wodurch die Feldspathformel

$$\dot{R}\dddot{Al} + 6\,\dddot{Si} \text{ auf } \dot{R}\dddot{Al} + 2\,\dddot{Si},$$

also die Formel des Orthoklases auf die des Anorthites reducirt wird. scheinen hiernach die kieselsäurereichen Feldspathe aus ($\dot{R}\dddot{Al}$ + + 4 $\dddot{Si}$, d. i. aus eigentlicher Feldspathsubstanz und überschüssiger K säure zu bestehen. Hierdurch lässt es sich vielleicht auch erklären, Leucit, Analcim und Laumontit blos dadurch, dass sie zu ihren 4 $\dddot{Si}$ 2 $\dddot{Si}$ und Wasser aufnahmen, sich mit Beibehaltung ihrer Krystallfor einen kieselsäurereichen Feldspath (Sanidin und Orthoklas) umwa konnten, wie bekannt ist.

IV. Ganz eigenthümlich zeigt sich in Beziehung auf den chemis Gehalt der Oligoklas. Seinem Kieselsäuregehalte nach hält er die M zwischen den kieselsäurereichen und den kieselsäurearmen Feldspat aber seinen Basen nach möchte man ihn für ein schwankendes Gem von allen anderen Feldspathen halten, so dass sich, je nachdem die jene Basis aus seinem Bestande verschwindet oder in dem letzteren nimmt, aus ihm die verschiedenen anderen Feldspatharten entwic können, etwa so, wie in folgender Uebersicht angedeutet ist:

Der Oligoklas
besteht aus

$$2\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + (\dot{K} + \dot{Na} + \dot{Ca})^2\,\dddot{Si}^3.$$

Aus ihm entsteht:

bei abnehmender Kieselsäure und zunehmender Kalkerde		bei zunehmender Kieselsäure und abnehmender Kalkerde	
bei ganz verschwindendem Alkaligehalt: Anorthit ($\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Ca}\,\dddot{Si}$)	bei verschwindendem Kaligehalt: Labrador ($\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + (\dot{Na} + \dot{Ca})\dddot{Si}$)	bei abnehmendem Kali: Albit ($\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{Na}\,\dddot{Si}^3$)	bei zunehmendem Kali: Orthoklas: ($\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{K}\,\dddot{Si}^3$)

In diesem eigenthümlichen Verhalten liegt wohl auch der Grund warum der Oligoklas

einerseits zugleich mit den anderen Feldspathen, so zugleich

a. mit dem Orthoklas,

b. mit dem Albit,

c. mit dem Labrador

in dem Gemenge einer Felsart zusammen vorkommen kann, und

andererseits auch mit den gewöhnlich nur in der Gesellschaft von Orthoklas oder von Albit oder von Labrador auftretenden Mineralarten vergesellschaftet vorkommt.

Aus diesem eigenthümlichen Verhalten des Olikoglases ist es zunächst auch wohl zu erklären, dass manche Feldspathkrystalle nicht aus einer einzigen Feldspathart, sondern aus einer parallelen oder netzförmigen Verwachsung von Lamellen zweier verschied

'eldspatharten bestehen. Es ist dies eine sehr merkwürdige inung, welche man namentlich an Orthoklaskrystallen beobachtet, elche darin besteht, dass bei vollständig beibehaltener Orthoklaskry-'m sich zwischen den einzelnen Orthoklaslagen dünne Albitlamellen n, welche äusserlich meist schon daran zu erkennen sind, dass sie r Oberfläche der Orthoklasprismen eine feine parallele Streifung her-igen.

ei keiner Abart des Orthoklas tritt diese Erscheinung deutlicher her-s beim Perthit, einer bei Perth in Canada vorkommenden Feld-rt, deren röthlichbraune Orthoklaskrystalle von Lamellen eines hweissen Albites parallel dem orthodiagonalen Hauptschnitte durch-sind.

uch an Karlsbader Orthoklaskrystallen hat man diese lamellare Ver-ing mit Albit öfters beobachtet. Sie tritt hauptsächlich dann hervor, schon die Verwitterung diese Krystalle ergriffen hat. Denn alsdann ct man, da der Albit früher verwittert als der Orthoklas, auf der iche dieser Krystalle parallelziehende feine Furchen, welche von der itterten Albitmasse herrühren, und zwischen denen die noch unver-en Orthoklasmassen als zarte Schärfen hervortreten.

ieses merkwürdige Zusammenauftreten zweier verschiedenen Feldspath-lässt sich vielleicht am einfachsten dadurch erklären, dass man an-: Ein kalkhaltiger Oligoklas wurde durch kohlensaures Wasser seiner de beraubt und hierdurch in seiner ganzen Masse so gelockert, dass eine Bestandtheile frei bewegen und in anderen Verhältnissen mit er verbinden konnten. Von der hierbei freigewordenen Kieselsäure in Folge davon zunächst das stärkere Kali sein ihm gebührendes und bildete im Verbande mit kieselsaurer Thonerde den Orthoklas; n noch übrige Kieselsäure aber verband sich dann mit dem Natron er übrigen kieselsauren Thonerde zu Albit, welcher sich zwischen den rlagen des eben erst entstandenen und noch dehnsamen Orthoklas-lles absetzte.

lit Bezugnahme sowohl auf das eben Mitgetheilte, wie auch auf das ufige Zusammenvorkommen mit den übrigen Feldspatharten in ge-en krystallinischen Felsarten möchte man fast vermuthen, dass der las gar keine bestimmte Feldspathart, sondern ein Gemenge verschie-Feldspatharten, namentlich aber von Albit und Labrador oder Albit northit sei, wie auch Tschermak in seiner geistreichen Abhandlung die Feldspathgruppe („Chemisch-mineralogische Studien" 1864) Rechnung zu beweisen gesucht hat. Es steht indessen dieser An-loch bis jetzt wenigstens noch mancherlei entgegen, was auch Ram-rg in seiner gehaltvollen Abhandlung „über die Zusammensetzung

von Oligoklas und Labrador" (Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie Bd. CXXVI. S. 39 u. ff. 1865) hervorgehoben hat.

Nach Tschermak ist nicht nur der Oligoklas, sondern auch der Labrador und der immer noch problematische Andesin eine Mengung von Albit und Anorthitmasse; ebenso ist nach ihm der meiste, in Felsarten eingewachsene, undurchsichtige Orthoklas eine Mengung von Adular und Albit.

a. Für die Annahme, dass Oligoklas, Labrador und Andesin Mischfeldspathe sind, spricht zunächst, dass alle drei neben der Thonerde reichlich Kalk und Natron, dagegen nur wenig oder auch gar kein Kali enthalten; sodann, dass ihr Zusammensetzungsverhältniss, namentlich in Beziehung auf die Kieselsäure, ein schwankendes ist, indem der Gehalt dieser letzteren mit der zunehmenden Menge des Natrons steigt und mit der zunehmenden Menge der Kalkerde fällt; endlich dass alle drei Feldspathe in triklinischen Formen krystallisiren, aber noch nie in ganz farblosen durchsichtigen Krystallen gefunden worden sind. Man kann noch hinzufügen, dass sie auch in ihren Associationen sich sehr nahe stehen. Unterschieden sind jedoch namentlich Oligoklas und Labrador von einander dadurch, dass

1) im Oligoklas die Natronmenge stets viel grösser ist als die Kalkmenge, so dass man ihn mit Rammelsberg für eine Mischung von 1 Atom Kalk und n Atome Natron halten muss; dem zu Folge aber auch die Kieselsäuremenge stärker ist, so dass sie nie bis 6 fällt;
2) im Labrador die Kalkmenge stets grösser ist als die Natronmenge, so dass man ihn mit Rammelsberg für eine Mischung von n Atomen Kalk und 1 Atom Natron halten muss, dem zu Folge aber auch die Kieselsäuremenge kleiner ist und höchstens bis 6 steigt.

Rammelsberg schlägt überhaupt in seiner Abhandlung „über die Zusammensetzung von Oligoklas und Labrador etc." (Poggend. Annal. 1865. S. 9 ff.) vor, die Mischungen von:

1 At. NaO + n At. CaO = Labrador,
1 At. NaO + 1 At. CaO = Andesin,
n At. NaO + 1 At. CaO = Oligoklas

zu nennen.

Ausserdem möchte zur Unterscheidung von beiden auch noch folgendes gelten:

1) der Oligoklas kommt mit dem Orthoklas oft in der Weise verwachsen vor, dass er entweder den Kern oder die Schale von den Krystallen bildet; der Labrador dagegen erscheint nie in Verwachsung mit Orthoklas.
2) Der Oligoklas ist ein treuer Begleiter des Magnesiaglimmers und

der kalkarmen Thonmagnesiahornblende; der Labrador dagegen ist ein treuer Begleiter des Augites, der kalkreichen Hornblende und des Eisenglimmers (Rubellan).

b. Gegen die Annahme Tschermaks, dass der undurchsichtige, unrein gefärbte Orthoklas stets ein Gemenge von Adular und Albit ist, spricht namentlich, dass der Orthoklas stets nur in monoklinischen Gestalten, welche basisch und klinodiagonal gleich vollkommen spaltbar sind, also mit dem Adular ganz gleiche morphologische Verhältnisse hat, auftritt, der Albit dagegen triklinische Formen mit basischer und brachydiagonaler Spaltbarkeit bildet und sich nie als Formbedingungsmittel in den Krystallen des Orthoklases geltend macht.

V. Wenn man alles dieses eben Mitgetheilte berücksichtigt, so kann man nun die für die Felsartenbildung wichtigen Feldspathe in drei einfache Grundfeldspathe, in welchen stets nur ein Monoxyd herrscht, und in zwei Mischfeldspathe (mit dem Andesin in drei Mischfeldspathe), in welchen wenigstens zwei Monoxyde, nämlich Kalk und Natron, vorherrschen, eintheilen, so dass man folgende Uebersicht erhält:

Grundfeldspathe: Orthoklas, (Kalifeldspath) — Albit, (Natronfeldspath) — Anorthit, (Kalkfeldspath)

Mischfeldspathe: Oligoklas, (Natronkalifeldsp.) — Labrador, (Kalknatronfeldsp.)

Unbestimmbarer Feldspath: Plagioklas.

Unter diesen Arten der Feldspathe kommen nur die drei Grundarten in gut ausgebildeten, farblosen und durchsichtigen Krystallen vorherrschend auf Gängen und in Drusenräumen vor; die beiden Mischarten dagegen haben sich bis jetzt nicht in solchen durchsichtigen, ausgebildeten Krystallformen auf Drusen- oder Gangräumen, sondern nur im Gemenge mit anderen Mineralien als Bestandtheile von Felsarten — und zwar weit häufiger als die Grundarten — gezeigt. In solchen Felsartengemengen erscheinen sie nun aber sehr häufig so feinkörnig und in so inniger Verwachsung mit den anderen Felsgemengtheilen, dass man ihre Arten nicht mehr auf rein physikalischem Wege unterscheiden kann. Und in diesem Falle ist es wohl am zweckmässigsten, die nicht mehr deutlich bestimmbare Kalknatron haltige Feldspathart kurzweg als Plagioklas zu bezeichnen.

Tschermak theilt in seiner schon genannten Abhandlung S. 43 nach den von ihm aufgestellten Principien sämmtliche Feldspathe in folgende Reihen:

A. Kalifeldspathe: Kaligehalt 16—4 pCt.

1) Adularreihe: spec. G. = 2,56—2,57. Kaligehalt = 16—13 pCt. Adular. — Orthoklas. — Sanidin z. Th.

2) Amazonitreihe: spec. G. = 2,57 – 2,58. Kaligehalt = 13—10 pCt. Amazonit. — Sanidin z. Th.

3) Perthitreihe: spec. G. = 2,58—2,60. Kaligehalt = 10—7 pCt. Perthit. — Sanidin z. Th.

4) Loxoklasreihe: spec. G. = 2,60—2,61. Kaligehalt = 7—4 pCt. Loxoklas.

B. Natronfeldspathe: Natrongehalt 12—8 pCt.

5) Albitreihe: spec. G. = 2,62—2,64. Natrongehalt = 12—10 pCt. Albit. — Hyposklerit.

6) Oligoklasreihe: sp. G. = 2,64—2,66. Natrongehalt = 10—8 pCt. Oligoklas (Mischung von 2 Albit + 1 Anorthit).

C. Kalkfeldspathe: Kalkgehalt 6—20 pCt.

7) Andesinreihe: spec. G. = 2,66—2,69. Kalkgehalt = 6—10 pCt. Andesin (Mischung von 2 Albit + 1 Anorthit).

8) Labradorreihe: sp. G. = 2,69—2,71. Kalkgehalt = 10—13 pCt. Labrador (Mischung von 1 Albit + 2 Anorthit).

9) Bytownitreihe: sp. G. = 2,71—274. Kalkgehalt = 13—17 pCt. Bytownit (Mischung von 1 Albit + 8 Anorthit).

10) Anorthitreihe: sp. G. = 2,74—2,76. Kalkgehalt = 17—20 pCt. Anorthit.

D. Barytfeldspath: Hyalophan.

E. Borfeldspath: Danburit.

(In der That eine schöne Reihe, welcher man Bestätigung in der Natur wünschen muss.)

§. 81c. Associationen und geologische Bedeutung im Allgemeinen. Unter den für die Felsartenbildung wichtigeren und oben angegebenen Feldspatharten erscheinen die kieselsäurereichen vorherrschend im Verbande mit Quarz, sei es nun weil sie aus Mischungen entstanden sind, welche überreich an Kieselsäure waren oder überhaupt weit mehr von dieser Säure enthielten, als sie zu ihrer Constitution brauchten, sei es auch, dass derselbe aus ihrer theilweisen Zersetzung entstand; — die kieselsäurearmen Feldspathe aber kommen wohl nie im Gemenge mit krystallinischem Quarze vor, und enthalten die von ihnen gebildeten Felsarten denselben, so erscheint er doch in der Regel nur als Ausfüllungsmittel von Blasen- und Spaltenräumen, ja gewöhnlich auch amorph als Chalcedon oder Opal. Ebenso zeigen sich diejenigen Gesteine, welche kieselsäurereiche Feldspathe enthalten, als die gewöhnliche Heimath der Turmaline, Glimmer, Magnesiahornblenden und der edlen Metalle; diejenigen Gesteine aber, welche kieselsäurearme Feldspathe besitzen, als die vorherrschende Heimath der Kalkhornblenden, Augite, Zeolithe, Olivine und des Magneteisenerzes. Endlich möchten wahre Mandelsteinbildungen im Gebiete der kieselsäurereichen Feldspathgesteine nur grosse Seltenheiten sein, während

sie in den Felsarten der kieselsäurearmen Feldspathe eine gewöhnliche Erscheinung sind.

Ueberhaupt aber sind alle die obengenannten Arten der Feldspathe von der höchsten Bedeutung für die Felsartenbildung; denn wenn auch keine derselben für sich allein irgend eine Erdrindenmasse von Bedeutung bildet, so sind sie doch einerseits unmittelbar wesentliche Gemengtheile der bei weitem meisten gemengten krystallinischen Felsarten, und andererseits mittelbar die Bildungssubstanzen, aus denen sich diejenigen Mineralmassen erzeugen, welche als Kaolin, Thon, Letten, Lehm und Mergel theils das Bindemittel der meisten klastischen Felsarten, theils den Hauptbestandtheil aller Schieferthone und Mergel, ja aller Erdkrumenarten darstellen.

§. 81d. Verwitterung oder Kaolinisirung der Feldspathe. Alle Feldspathe, vor allen aber die kieselsäurereichen, werden im Verlaufe der Zeit durch kohlensäurehaltiges Wasser ihrer Monoxyde und eines Theiles ihrer Kieselsäure in der Weise beraubt, dass zuletzt von ihrer Substanz nur entweder reines kieselsaures Thonerdehydrat oder ein Gemisch von diesem Hydrate und amorpher (pulveriger) Kieselsäure oder ein inniges Gemenge von kieselsaurem Thonerdehydrat und kohlensaurem Kalke — also überhaupt eine unkrystallinische, erdigkrümelige Mineralmasse, welche unter dem Namen Kaolin, Thon, Letten, Lehm (und Mergel) bekannt ist, übrig bleibt.

Es werden indessen nicht alle Feldspathe gleich leicht und gleich schnell von den Atmosphärilien angegriffen und in die ebengenannten Substanzen umgewandelt; vielmehr lehrt die Erfahrung, dass durch kohlensäurehaltiges Wasser, wie früher schon angedeutet worden ist,

a. die kieselsäurereichen Feldspathe viel langsamer als die kieselsäurearmen;
b. die kalkhaltigen Feldspathe unter sonst gleichen Bedingungen leichter und schneller als die kalklosen;
c. unter den kalklosen Feldspathen die nur kalihaltigen wieder langsamer als die nur natron- oder zugleich kali- und natronhaltigen angegriffen und zersetzt werden;
d. dass endlich eine Beimengung von Eisenoxydul die Verwitterung aller Feldspathe befördert, weil dasselbe bei seiner höheren Oxydation den Zusammenhang der Massetheile lockert, so dass nun die Atmosphärilien besser eindringen und fester haften können.

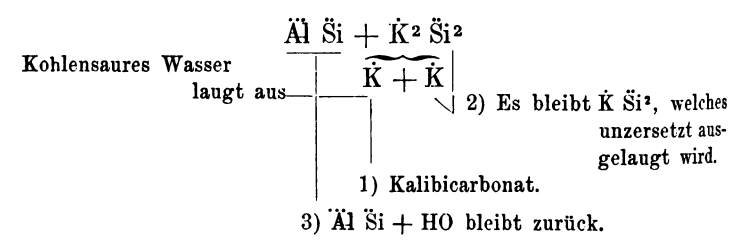
Dies vorausgesetzt lässt sich nun der oben angedeutete Verwitterungsprocess in folgender Weise erklären:

a. Enthält der Feldpath etwas Eisenoxydul, so wird dieses zuerst vom Sauerstoff angegriffen, in Oxydhydrat umgewandelt und aus seiner Verbindung mit der Kieselsäure und der kieselsauren Alkali-Thonerde gezogen. Hierdurch wird die Feldspathmasse je nach der

in ihr vorhandenen Menge des Eisenoxydes gelblich, röthlich bis braunroth gefärbt, zugleich aber auch so gelockert, dass nun die Kohlensäure und das Wasser wirksam auftreten können. Enthält dagegen der Feldspath kein Eisenoxydul, was indessen nur der seltenere Fall ist, so beginnt gleich von vornherein die Wirksamkeit der Kohlensäure.

b. Enthält nun weiter der Feldspath *keine Kalkerde*, sondern nur kieselsaures Alkali, so findet folgender Process statt:

1) Das kohlensäurehaltige Wasser entzieht dem kieselsauren Alkali (Kali oder Natron) einen Theil seiner Basis und laugt sie als *Alkali-Bicarbonat* aus.
2) Hierdurch wird die Menge der Kieselsäure in dem nun noch übrigen Alkalisilicate des Feldspathes so vermehrt, dass ein *saures kieselsaures Alkali entsteht*, auf welches die Kohlensäure nicht mehr zersetzend einzuwirken vermag, indem die grösser gewordene Menge der Kieselsäure das Alkali so festhält, dass es keine Kohlensäure mehr anziehen kann.
3) Dieses saure kieselsaure Alkali wird indessen von dem kohlensauren Wasser *unzersetzt aufgelöst* und dann ausgelaugt, so dass zuletzt nur noch *kieselsaure Thonerde verbunden mit Wasser* übrig bleibt. Im Allgemeinen lässt sich dieser Process etwa durch folgendes Schema ausdrücken:



c. Enthält endlich der Feldspath *Kalkerde*, so kann ein doppelter Fall eintreten:

1) *Kalkerde ist allein vorhanden*: Das kohlensaure Wasser zieht nach und nach alle Kalkerde aus ihrer Verbindung, und wandelt sie in Kalkbicarbonat um, welches ausgelaugt wird. Die hierdurch freiwerdende Kieselsäure löst sich entweder in dem noch vorhandenen kohlensauren Wasser auf und wird ausgelaugt, so dass von dem früheren Feldspathbestande nur noch das kieselsaure Thonerdehydrat übrig bleibt; oder sie wird von diesem letztgenannten Zersetzungsproducte mechanisch angesogen. Diese Modification der Kieselsäure gelatinirt, ist in Aetzkali- oder Natronlauge löslich und bildet bei ihrer Er-

starrung amorphe Kieseserde, sei es als Opal, Chalzedon oder auch als Pulver.

2) Neben vorherrschender Kalkerde sind auch Alkalien vorhanden: In diesem Falle wandelt das kohlensaure Wasser zuerst die Kalkerde wieder in Bicarbonat um und laugt sie aus; die hierdurch freiwerdende Kieselsäure aber verbindet sich dann mit dem vorhandenen Alkalisilicate und wandelt dieses in saures kieselsaures Alkali um, welches nun allmählig unzersetzt von dem kohlensauren Wasser ausgelaugt wird, so dass zuletzt wieder kieselsaures Thonerdehydrat allein noch übrig bleibt.

Soviel über die Umwandlung der Feldspathe in Thonsubstanzen oder [...]r die Kaolinisirung der Feldspathe. Folgende Thatsachen werden [...]selben bestätigen:

1) Bei Bad Liebenstein am Thüringerwald lagert ein glimmerarmer Orthoklasgranit. Derselbe ist an seiner Oberfläche ganz in weissen Kaolin umgewandelt, welcher nur durch die Quarzkörner des ehemaligen Granites und durch einzelne Kaliglimmerlamellen verunreinigt wird, sonst aber fast keine Spur von kieselsaurem Kali enthält und ganz erdig ist. Etwa 1 Fuss tief unter der Oberfläche ist dieser Kaolin körnig oder knollig, nicht mehr abfärbend und enthält 2 bis 3 pCt. kieselsaures Kali. Noch tiefer erscheint seine Masse fest und feldspathartig und bei 5 Fuss Tiefe geht er in wahren Granit über. Die entblösste Oberfläche dieses Granites besteht indessen immer noch aus einem Gemenge von Quarz, Glimmer und glanzlosen, mit dem Messer ritzbaren, nur 8 pCt. Kali haltigen, Orthoklas. Dabei ist bemerkenswerth, dass die Kaolinmasse selbst an einer Stelle, welche schluchtig in die Granitmasse einschneidet, arkoseartig erscheint und durch ein opalartiges Bindemittel verkittet ist. Sollte dieses Bindemittel nicht dadurch entstanden sein, dass das durch kohlensaures Wasser ausgelaugte kieselsaure Kali in der Schlucht stagnirend doch noch durch die Kohlensäure zersetzt worden ist? Es ist dies nicht unwahrscheinlich, da, wie weiter unten gezeigt werden soll, das in kohlensaurem Wasser gelöste Kalisilicat in der That zersetzt werden kann, wenn es lange mit der Kohlensäure in Berührung bleibt.

2) Alle Quellen, welche am nordwestlichen Thüringerwalde dem Granite, Porphyre und Gneisse, ja selbst dem Granitconglomerate des Rothliegenden entspringen, enthalten neben Spuren von kohlensaurem Kali und Kalk stets auch gelöstes kieselsaures Kali, bisweilen sogar bis 2 pCt.; daher auch der üppige Graswuchs, die kräftigen Eichen und Buchen und die Mannichfaltigkeit, aller kieselsaures Kali begehrenden, Gewächse in den von Quellen und Bächen bewässerten Buchten im Gebiete der oben genannten Felsarten.

3) Fuchs macht darauf aufmerksam, dass die Porzellanerde von Obernzell bei Passau, welche daselbst lagerartig im Granit getroffen wird, von Opal, Halbopal, Jaspopal und Chalzedon begleitet wird. Diese Porzellanerde aber ist aus Porzellanspath (Passauit), einem aus 3 At. $\ddot{\mathrm{Al}}\ \ddot{\mathrm{Si}}$ + 3 At. $\acute{\mathrm{C}}\mathrm{a}\ \ddot{\mathrm{Si}}$ + 1 At. $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\ \ddot{\mathrm{Si}}^3$ bestehenden Minerale, entstanden, welches in seinem Verwitterungsprocesse dem oben erwähnten kalkerdehaltigen Feldspathe gleicht und darum auch gelatinirende Kieselsäure bei seiner Zersetzung liefern muss.

4) In der Regel enthält der Kaolin und auch der gemeine Thon und Lehm neben kieselsaurer Thonerde auch noch mechanisch beigemengte amorphe Kieselerde, welche beim Kochen mit Aetzkalilauge aufgelöst wird. Eine grosse Zahl Thone und Kaolin, welche ich auf diese Weise behandelte, gaben mir stets solche mechanisch beigemengte Kieselsäure. Schon Brongniart und Malaguti (Poggend. Annal. Bd. LX. S. 89 ff.) haben dieses Resultat erhalten. Diese Erscheinung lässt sich in folgender Weise gut erklären: Aller Thon zieht Wasser und folglich auch Lösungen von kieselsauren Alkalien in kohlensaurem Wasser an und hält sie in seiner Masse fest. Es ist aber — namentlich durch G. Bischof — erwiesen, dass kieselsaure Alkalien, selbst die übersauren, wenn sie lange Zeit mit Kohlensäure in Berührung bleiben, von demselben in der Weise zersetzt werden, dass lösliche kohlensaure Alkalien entstehen, welche durch Wasser ausgelaugt werden, und gelatinirende Kieselsäure übrig bleibt, welche dann mit dem kieselsaurem Thonerdehydrat mechanisch verbunden bleiben kann und endlich bei vollständigem Austrocknen des letzteren zu pulveriger Kieselerde erstarrt.

Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass Forchhammer für die normale Zusammensetzung des Kaolins 4 Atome Kieselsäure (= 47,028) 3 At. Thonerde (= 39,233) und 6 At. Wasser (= 13,739) annahm und für die Zersetzung des Orthoklas in Kaolin folgendes Schema aufstellte:

3 At. Orthoklas = 3 At. Thonerde, 12 At. Kieselsäure, 3 At. Kali,

zerfällt in:

Kaolin	= 3 „	„	4 „	„	— „	„
Kalisilicat	= — „	„	8 „	„	3 „	„
	3 At.	Thonerde,	12 At.	Kieselsäure,	3 At.	Kali.

Dieses Schema giebt zwar ein gutes Bild, um sich die Entstehung des Kaolins zu versinnlichen, darf aber nicht als Gesetz betrachtet werden, weil der Kaolin nicht immer aus den angegebenen Mengen Thonerde und Kieselsäure besteht, sondern in seinem Kieselsäuregehalte je nach dem Stadium seiner Bildung sehr wechselt.

§. 81e. Alaunisirung der Feldspathe. Es ist schon früher bei der Beschreibung der Eisenkiese gezeigt worden, dass durch den Einfluss

des Sauerstoffes das Schwefeleisen in schwefelsaures Eisenoxydul und in freie Schwefelsäure umgewandelt wird, und dass dann ferner diese Oxydationsprodukte der Eisenkiese Thon und andere Verbindungen der kieselsauren Thonerde theils in schwefelsaure Thonerde, theils in Alaun umzuwandeln vermögen. Dasselbe ist nun auch der Fall, sobald vitriolescirende Eisenkiese mit verwitterndem Kali- oder Natronfeldspath in Berührung stehen: ihre Schwefelsäure treibt die Kieselsäure der an sich schon halbverwitterten Feldspathmasse aus und setzt sich an ihre Stelle, so dass nun aus der kieselsauren Kali- oder Natronerde schwefelsaure Kali- oder Natronthonerde d. i. Alaun wird. Belege für diese Alaunisirung der Feldspathe finden sich namentlich im Gebiete der Schwefelkies haltigen Granite, Syenite, Diorite und Melaphyre sehr oft, z. B. am Harze und am Thüringer Walde.

Eine Quelle, welche aus dem grobkörnigen Diorite des Thüringerthales bei Bad Liebenstein am Thüringer Walde hervortritt, enthält deutliche Spuren von schwefelsaurem Eisenoxyd, schwefelsaurer Kalithonerde und schwefelsaurer Kalkerde. Derselbe Diorit erscheint im Drusethal (1 Meile von Liebenstein) und zeigt daselbst in den Spalten verwitterter Blöcke eine unreingrünlichgraue mehlige Verwitterungsrinde, welche mit Wasser ausgelaugt Spuren von Alaun zeigt. Im Drusethale tritt auch ein Eisenkies haltiger Melaporphyr auf, welcher auf Klüften Alaun- und Gypsausblühungen zeigt. Sowohl der Diorit, wie der Melaphyr des letztgenannten Thales enthält Oligoklas. Jedenfalls hat dieser unter dem Einflusse der vitriolescirenden Eisenkiese in den ebengenannten Felsarten das Material zur Bildung sowohl des Alauns wie des Gypses liefern müssen.

Bisweilen kommt es dann bei dieser Alaunisirung der Feldspathe durch vitriolescirende Eisenkiese auch vor, dass, wenn schwefelsaures Eisenoxyd in die Masse eines schon verwitterten Feldspathkrystalles eindringt, das Eisenoxyd bei der Alaunisirung des Feldspathes in dem Krystallraume des letzteren zurückbleibt und ihn nach Auslaugung des gebildeten Alaunes als eine Art Pseudomorphose nach Feldspath ausfüllt. In Karlsbad sah ich bei der Versammlung der Naturforscher 1862 einen Orthoklaskrystall, welcher äusserlich noch frisch aussah, aber innerlich einen Eisenoxydkern ganz von der Form des Krystalles enthielt. Sollte dieser nicht dadurch entstanden sein, dass Eisenvitriolwasser durch feine Haarspalten in das Innere dieses Krystalles eindrang, dann den Kern desselben alaunisirte und auslaugte, dafür aber sein Eisenoxyd in dem hierdurch entstandenen hohlen Raum absetzte?

Nähere Beschreibung der Feldspatharten.

§. 82. 1. Orthoklas.

[Orthoklas vom griech. Ορθος, rechtwinkelig, und Κλαω, spalten, weil seine Spaltungsflächen rechtwinkelig aufeinander stehen. — Synom: Gemeiner Feldspath, Kalifeldspath, Adular, Orthose, Feldspar, Feldstein z. Th., Amazonenstein, Mondstein, Sonnenstein, Eisspath, Pegmatolith, Mikroklin, Perthit. — Verwandt.: Sanidin oder glasiger Feldspath.]

§. 82a. Mineralogische Beschreibung: 1) Morphologisches Verhalten: Monoklinische Gestalten, vorherrschend kurze oder lange rechteckige Säulen mit rhombischer oder quadratischer Endfläche, an welcher häufig die eine oder zwei nebeneinanderliegende Ecke in der Weise so abgestumpft sind, dass die Abstumpfungsflächen der beiden Endflächen diagonal gegenüber liegen; oder sechsseitige, oft tafelförmig breitgedrückte, Säulen, welche oben und unten durch zwei ungleiche drei- oder fünfeckige Flächen zugeschärft sind.

Die gewöhnlichsten Combinationen des Orthoklases sind nach Naumann folgende:

1) das verticale monoklinische Prisma (∞ P) mit der Hemidoma (P ∞) und dem schiefen basischen Pinakoid (o P), (namentlich beim Adular) [vergl. Krystalltafel Fig. 1].
2) Das Klinopinakoid (∞ P ∞) mit dem Prisma (∞ P), dem basischen Pinakoid (o P) und dem Hemidoma (2 P ∞), eine der gewöhnlichsten Formen der in den Graniten und Porphyren eingewachsenen Orthoklaskrystallen [Fig. 2].
3) Dieselbe Krystallcombination, aber noch mit dem Klinoprisma (∞ P 3).
4) Das basische Pinakoid (o P) mit dem Klinopinakoid (∞ P ∞), dem Prisma (∞ P), dem Hemidoma (2 P ∞) und dem Klinodoma (2 P ∞), wozu oft noch die Hemipyramide (P) tritt. Die gewöhnlichste Form der rectangulären Säulen (vergl. Krystalltafel Fig. 3].

   Bei allen Krystallformen ist C = 63° 53′, ∞ P = 118° 50′, P ∞ = 65° 47′. Beim Sanidin dagegen ist C = 63° 55′, ∞ P 119° 13′, P ∞ = 64° 41′).

Sehr häufig, ja gewöhnlich tritt indessen der Orthoklas in Zwillingskrystallen auf, unter denen die sogenannten Karlsbader Zwillinge, bei denen die Zwillingsaxe die Hauptaxe ist [Fig. 4], am häufigsten vorkommen. Sie finden sich namentlich in den Felsitporphyren und bestehen meist aus zwei umgekehrt aneinander liegenden dicktafel- oder breitsäulenförmigen (sechsseitigen, zweiflächig-zugeschärften) Krystallen, von den oben unter 2

und 3 erwähnten Combinationsformen. Nächst diesen kommen aber auch noch Zwillinge, bei welchen die Zwillingsebene die Basis ist, vorzüglich an rectangulär- säulenförmigen oder sechsseitig-säulenförmigen Krystallen vor. Endlich hat man an den bei Baveno (am Südende des Lago Maggiore) in Drusen vorkommenden und sich nie eingewachsen zeigenden Orthoklas- (namenlich Adular-) krystallen Zwillinge, bei welchem die Zwillingsebene eine Fläche des Klinodomas (2 P ∞) ist. Diese Bavenoer Zwillinge zeigen sich vorzüglich bei rectangulären Säulen und zwar in der Weise, dass jede der beiden Säulen nur zur Hälfte ausgebildet und dann mit dem entgegengesetzten Theile an der anderen Säule angewachsen erscheint. Oft bemerkt man an dieser Art Zwillinge, dass sich zwei Paare derselben zu einem ganz regelmässig kreuzförmigen Vierlinge verbunden haben.

Die eben angegebenen Krystallformen erscheinen theils einzeln eingewachsen und dann beim Zerschlagen der sie umschliessenden Gesteine in den oben bei der allgemeinen Charakteristik der Feldspathe genannten Flächenformen, theils aufgewachsen und dann gewöhnlich in Drusen. — Bisweilen erscheint der Orthoklas auch, wie weiter unten noch näher angegeben werden soll, in Pseudomorphosen nach Analcim, Prehnit und Laumontit. — Endlich trifft man ihn auch in derben Massen mit späthigem Gefüge und in körnigen Aggregaten.

2) Physikalisches Verhalten. Die Krystalle sind sehr vollkommen basisch (d. i. in der Richtung des schiefen basischen Pinakoides 0 P) und klinodiagonal (d. i. in der Richtung nach dem Klinopinakoid ∞ P ∞) spaltbar. Die beiden Spaltungsebenen bilden einen Winkel von 90°. — Der Bruch ist muschelig bis uneben und splitterig. Härte = 6; spec. Gewicht = 2,53—2,58. — Vorherrschend weiss ins Gelbliche und Röthliche, oder fleisch-, rosen-, braunroth oder rothbraun, weniger gelb oder grünlichweiss, noch seltener spangrün (beim sogenannten Amazonenstein) oder grau oder ganz farblos und wasserhell (z. B. beim Adular). Bisweilen äusserlich röthlich und innerlich weiss; manchmal auch innen rothbraun und aussen weisslich: offenbar eine Folge von theilweiser Verwitterung und Oxydation des Eisenoxydulgehaltes, wie denn überhaupt meistens die rothe Färbung von einer mechanischen Beimengung von Eisenoxyd herrührt. Bei dem sogenannten Sonnenschein rührt der schöne Farbenschiller deutlich von feinen Eisenoxydschüppchen her. Auf den frischen basischen Spaltungsflächen perlmutterglänzend, sonst starkglasglänzend. — Durchsichtig bis undurchsichtig, bisweilen mit Lichtschein (z. B. beim sogenannten Mondstein) oder labradorähnlicher Farbenwandlung auf der graden Fläche der rectangulären Säule.

§. 82b. Chemisches Verhalten und chemische Zusammensetzung. Der Orthoklas schmilzt vor dem Löthrohre sehr schwer zu einem klaren blasigen Glase; mit Phosphorsäure schmilzt er auch nur

schwierig unter Ausscheidung eines Kieselskeletes. Wird der an den Kanten schmelzende Orthoklas mit Kobaltsolution benetzt und wieder erhitzt, so färbt er sich blau. Salz- und Schwefelsäure greifen ihn nicht an.

In seiner normalen Zusammensetzung enthält der Orthoklas 6 Atom Kieselsäure, 1 Atom Thonerde und 1 Atom Kali, wonach er in 100 Theilen

65,20 Kieselsäure,
18,12 Thonerde,
16,68 Kali

besitzt und auf die Formel $\ddot{A}l\ddot{S}i^3 + \dot{K}\ddot{S}i^3$ zurückzuführen ist. Es ist jedoch zu bemerken, dass wohl kein Orthoklas in der angegebenen Reinheit vorkommt; vielmehr hat man in allen bis jetzt analysirten Orthoklasen als theilweisen Stellvertreter des Kali 1—3 pCt. Natron, ja in Orthoklasen aus jüngeren vulcanischen Gesteinen z. B. aus Trachyt, Phonolith und Lava sogar 3,5—4,6 pCt. Natron gefunden. Ausserdem bemerkt man in manchen Exemplaren dieses Feldspathes bis 2 pCt. Kalkerde und Spuren von Eisenoxydul. Ferner ist den meisten auch etwas Eisenoxyd oder auch wohl Kupferoxyd (z. B. im Amazonenstein) als Färbungsmittel beigemischt. Ferner hat Sandberger in dem Orthoklase des Granites von Schafsbach in Baden 0,22 Baryterde und 0,44 Magnesia gefunden (vergl. Sandberger a. a. O. S. 33 u. 55). Endlich hat man Orthoklase beobachtet, welche als Gemenge von Orthoklas- und Albitmasse (z. B. der Perthit von Perth in Canada) oder sogar von Orthoklas- und Nephelinmasse (z. B. der Riakolith vom Vesuv) zu betrachten sind.

§. 82c. Abarten: Abgesehen von den nur durch verschiedene Färbung und Lichterscheinungen ausgezeichneten und schon genannten Spielarten, Amazonenstein oder grünem Feldspath, Mond- und Sonnenstein sind hier folgende, theils durch ihr morphologisches Verhalten, theils durch ihren chemischen Gehalt ausgezeichneten Abarten des Orthoklas anzuführen:

1) Der Adular: farblos oder sehr licht gefärbt, zuweilen mit Lichtschein, stark glasglänzend; durchsichtig bis durchscheinend; in schön ausgebildeten Krystallen; nur auf Gängen und in Höhlungen von Granit, Gneiss und Syenit aufgewachsen oder in Drusen, und dann oft in Association mit Bergkrystall, Amethyst, Albit oder Periklin und Asbest, so unter anderem an der Stella (Adula am St. Gotthardt, wo wahrhaft prachtvolle Adularprismen von der Combination $\infty P \infty . 0P$ auf den Pyramidenspitzen der Bergkrystalle sitzen und mit einem wahren Pelze von grüngrauen, seidenglänzenden Asbesthaaren umwachsen erscheinen. Ausserdem auch schön am Montblanc, bei Baveno, zu Arendal etc. — In Felsarten eingewachsen ist er wohl noch nicht getroffen worden.

2) Gemeiner Feldspath: weiss, röthlich bis braun, gelblich, weniger glänzend als der vorige; durchscheinend bis undurchsichtig; in den oben beschriebenen Krystallen und dann in der Regel eingewachsen, selten nur in Drusen; auch derb und in späthigen Aggregaten. Sehr verbreitet als Gemengtheil des Granites, Gneisses, Syenites und Felsitporphyrs. Sehr schöne Krystalle bei Carlsbad in Böhmen, Bischofsgrün im Fichtelgebirge, Lomnitz in Schlesien, Baveno am Lago Maggiore; im Porphyr des Uebel- und Datenberges und überhaupt der Berge des Lauchagrundes am Inselberge im Thüringer Walde. An den letztgenannten Orten, sowie auch am Schneekopfe, sind diese Krystalle theils äusserlich noch frisch und inwendig hohl, theils ganz in Kaolin umgewandelt (siehe unten die Verwitterung des Orthoklases).

3) Feldstein oder Felsit: feinkörniger oder dichter, mit pulveriger Kieselerde oder Quarz, gleichmässig durchzogener, gewöhnlich roth- oder graubraun gefärbter, in derben Massen auftretender Feldspath, welcher namentlich die Grundmasse des Felsitporphyrs bildet.

Als eine Zwischen- oder Uebergangsart vom Orthoklas zum Oligoklas nd Albit ist zu betrachten:

4) Sanidin oder glasiger Feldspath: Monoklinische Krystallformen wie beim Orthoklase, namentlich aber rechteckige Säulen und sechsseitige Tafeln an beiden Enden mit zweiflächiger Zuschärfung (also von der Zusammensetzung No. 2 des Orthoklases: $\infty \text{P} \infty$. ∞ P. 0 P. 2 $\text{P} \infty$).

Es ist aber C = 63° 35′, ∞ P = 119° 13′, P ∞ = 64° 41′. Die Krystalle in der Regel nur eingewachsen vorkommend und an der Oberfläche sehr rissig, so dass sie fast wie blind gescheuertes Glas aussehen, im Bruche aber sehr stark glasig glänzend und fast zersprungenem Glase ähnlich. — Spaltbarkeit wie beim Orthoklase, ebenso die Härte; aber das spec. Gew. = 2,56—2,60. vorherrschend graulich- bis gelblichweiss, auch grau, seltener bräunlich. Die chemische Zusammensetzung wie die der natronhaltigen Orthoklase, aber in der Regel 4 - 5 pCt. Natron oder noch mehr enthaltend. In dieser Weise zeigt nach Berthier

	Sanidin aus dem Trachyte	
	vom Mont d'Ore	vom Drachenfels
Kieselsäure	66,1	66,6
Thonerde	19,8	18,5
Eisenoxyd	—	0,6
Kalkerde	—	1,0
Magnesia	2,0	—
Kali	6,9	8,0
Natron	3,7	4
	98,5	98,7

Der Sanidin ist ein wesentlicher Gemengtheil der Trachyte und Phonolithe und in schönen grossen Krystallen vorzüglich im Trachyte des Drachenfelses im Siebengebirge am Rhein zu finden.'

Zusatz: Der im Zirkonsyenite von Frederikswärn vorkommende Mikroklin Breithaupts, dessen spec. Gewicht = 2,58—2,60 beträgt, ist auch wohl nur ein natronreicher (4 pCt.) Orthoklas. — Dasselbe ist wohl auch der Fall mit dem Valencianit Breithaupts von der Grube Valencia in Mexiko und mit dem Loxoklase von Hammond in New-York, dessen spec. Gewicht = 2,60—62 ist. Endlich gehört auch Levy's Murchisonit von Exeter hierher; er enthält nach Philips: 68,6 Kieselsäure, 16,6 Thonerde, 14,8 Kali.

§. 82d. Verwitterung und Umwandlung des Orthoklases. Der Orthoklas wiedersteht den Angriffen der Atmosphälien um so mehr, je freier seine Masse von Natron und Eisenoxydul ist; der farblose, wasserhelle, ganz durchsichtige Adular zeigt dies deutlich, da er unter allen Feldspatharten, dem Einflusse der Verwitterungsagentien ausgesetzt, am längsten sein frisches Ansehen und seine normale Zusammensetzung behält. Demgemäss wird also im Gegensatze hierzu derjenige Orthoklas am schnellsten verwittern, welcher die grössten Mengen der obengenannten beiden Bestandtheile besitzt. Dies findet sich auch in der Natur überall bestätigt.

Wenn ein Eisenoxydul haltiger Orthoklas längere Zeit an feuchter Luft liegt, so verliert er seinen Glanz und seinen Drchsichtigkeitsgrad und ändert seine Färbung; der weisse wird gelblich und röthlich, der fleischfarbige ockergelb und rothbraun, dabei trüb und matt. Unter dem Vergrösserungsglase betrachtet sieht man seine vorher spiegelglatte Oberfläche von zahllosen Rissen durchzogen, welche in der Regel horizontal verlaufen, und allmählig immer tiefer in die Feldspathmasse eindringen. Mit der — durch den immer wiederkehrenden Temperaturwechsel hervorgerufenen — Bildung dieser Risse beginnt aber nun die eigentliche Verwitterung dadurch, dass alles mit Sauerstoff und Kohlensäure versehene Meteorwasser, sei es Nebel,

egen oder Thau, von diesen Rissen, wie von Haarröhrchen, aufgesogen ler festgehalten wird. Die nächste Folge davon ist eine Auflockerung ıd Hydratisirung der vom Wasser benetzten Feldspaththeile; die zweite olge ist dann die Umwandlung des Eisenoxydules der hydratisirten Masse ı Eisenoxydhydrat und die hierdurch bewirkte Ausscheidung desselben aus einem chemischen Verbande mit der Kieselsäure, sowie die Umwandlung ler weissen Farbe des Feldspathes in eine ledergelbe bis rothe; die dritte Folge ferner die theilweise Umwandlung des kieselsauren Alkali in Alkalibicarbonat und die hiermit verbundene Auslaugung des letzteren; der Schluss dieses Actes endlich ist die Bildung einer aus Kaolin, Eisenoxyd und etwas saurem kieselsauren Kali bestehenden, gelblichweissen bis ockergelben, erdigen Verwitterungsrinde. Hiermit ist der erste Act der Orthoklasverwitterung beendigt, aber zugleich auch der Anfang zur weiteren Zersetzung seiner noch übrigen Masse gemacht. Denn der thonige Bestandtheil der eben geschilderten Verwitterungsrinde saugt gierig die atmosphärische Feuchtigkeit mit allen in ihr gelösten Stoffen auf, schützt sie gegen die Verdunstung und leitet sie abwärts in las Innere der von ihm bedeckten Masse soweit als nur die Risse und Spalten eingedrungen sind. Hierdurch wird alsdann die angegriffene Orhoklasmasse in der eben beschriebenen Weise von Aussen nach Innen immer weiter umgewandelt, immer mürber, weicher und leichter, bis die ganze Masse in Kaolin oder Thon umgewandelt erscheint.

So ist im Allgemeinen der Verlauf der Umwandlung des Orthoklases n Kaolin oder Thon. Dabei kommen indessen mehrere Eigenthümlichkeiten vor, welche eine besondere Erwähnung verdienen. Zunächst nämlich benerkt man Orthoklaskrystalle, welche nicht in ihrer ganzen Masse gleichnässig, sondern lagenweise verwittert sind, so dass zwischen zwei verwitterten Lagen immer eine unverwitterte sich befindet. Sodann kommen auch solche Krystalle vor, welche äusserlich noch ganz frisch sind und inen Thon- oder Kaolinkern oder auch nur einen Eisenoxydkern umschliessen.

Diese beiden eigenthümlichen Arten der Verwitterung des Orthoklases haben ihren Grund hauptsächlich in einer ungleichmässigen Zusammensetzung ler Feldspathmasse. Wie schon angedeutet, so trifft man gar nicht selten Orthoklaskrystalle, deren Masse theils von mikroscopischen Eisenoxydblättchen oder von feinzertheiltem Quarz durchzogen ist, theils einzelne Krystalllamellen von Albit oder Oligoklas umschliesst.

1) Der schön schillernde Sonnenstein enthält stets Schüppchen von Eisenoxyd; die Orthoklaskrystalle im Porphyre des Thüringer Waldes sind auf ihren Spaltflächen oft mit den schönsten Eisendendriten bedeckt, welche wie mit Wurzeln in die Orthoklasmasse eindringen und sich in derselben verzweigen.

2) der sogenannte Pegmatolith oder Schriftgranit von Ilmenau ist eine

von verzerrten Quarzindividuen durchdrungene Orthoklasmasse und beginnt seine Verwitterung in der Richtung dieser Quarzlagen.

3) Bei Baveno, Lomnitz und auch an anderen Orten befinden sich zwischen den Orthoklaslagen nicht blos dünne Albitlagen, welche sogar an den Kanten der Krystalle hervortreten, sondern auch kleine, durch ihren starken Glasglanz bemerkbare Albitkrystalle.

4) Bei Bad Liebenstein am Abhange des Thüringer Waldes lagert ein porphyrischer Syenit, welcher zahlreiche, oft über zollgrosse, Feldspathkrystalle umschliesst, welche äusserlich aus einer Zone von braunrothem Orthoklas und innerlich aus einem Kerne von röthlich weissem Oligoklas bestehen. Dieselbe Erscheinung tritt auch oft an den Orthoklaskrystallen im Porphyre des Lauchagrundes am Nordabhange des Inselberges hervor. Und grade bei diesen Krystallen findet man so oft den Kern hohl oder mit erdigem, kohlensauren Kalk und Eisenoxyd haltigen, Kaolin angefüllt, während die denselben umschliessende, Natron arme, Orthoklasschale noch frisch ist. Giebt nicht diese Erscheinung einen deutlichen Aufschluss über den Grund der ungleichen Verwitterbarkeit der Masse eines Orthoklaskrystalles?

Diese ungleichmässige Zusammensetzung der Orthoklasmasse befördert nun theils auf mechanischem, theils auf chemischem Wege die ungleichmässige Verwitterung dieser Masse; auf mechanischem Wege dadurch, dass die einen Massetheile von den wechselnden Temperaturen stärker ergriffen werden, als die anderen, ein Umstand, welcher stets zunächst eine ungleichmässige Ausdehnung und Zusammenziehung der angegriffenen Massetheile und dann in Folge davon eine ungleichmässige Auflockerung und Zerreissung derselben hervorruft; auf chemischem Wege aber dadurch, dass in der Orthoklasmasse an der oder jener Stelle Substanzen liegen, welche in Folge ihrer chemischen Bestandtheile sich leichter zersetzen, als der sie umgebende Orthoklas. Zu jenen mechanisch wirkenden Beimengungen der Orthoklasmasse gehören der Quarz und das Eisenoxyd, welche beide bekanntlich durch die wechselnde Temperatur viel schneller und stärker ausgedehnt und zusammengezogen werden, als der mit ihnen gemischte Orthoklas; folglich muss auch an denjenigen Stellen eines Orthoklaskrystalles, in welchen diese beiden Mineralstoffe eingemischt liegen, die Auflockerung und Zerreissung und in Folge davon die Verwitterung der Krystallmasse am ersten und schnellsten beginnen. Die Natur bestätigt diese Annahme. — Zu den chemisch wirkenden Beimischungen der Orthoklasmasse dagegen gehören der Albit und Oligoklas; beide enthalten mehr Natron als der Orthoklas, der Oligoklas besitzt ausserdem noch 2,5—6 pCt. Kalkerde. Es ist aber bekannt, dass eine Feldspathmasse leichter, wenn sie Natron, und am leichtesten

verwittert, wenn sie Kalkerde enthält; folglich müssen diejenigen Stellen eines Orthoklases, welche aus Albit- oder Oligoklasmasse bestehen, schneller und stärker zersetzt werden, als die von diesen beiden Mineralsubstanzen freien Stellen desselben. Auf diese Weise lassen sich die oben angegebenen Erscheinungen an den innerlich verwitterten Feldspathkrystallen des Syenites und Porphyres am Thüringer Walde erklären.

Einer besonderen Erwähnung werth ist der sogenannte Schneekopfporphyr am Schneekopfe auf dem Thüringer Walde. Die Grundmasse dieses eigenthümlichen Gesteines besteht aus einem dunkel- oder graulichrothbraunen, eisenschüssigen, mergeligen, erhärteten Thone und keineswegs aus Feldspath. In ihr liegen eingewachsen durchsichtige Krystalle von Quarz, einzelne Hornblendekörnchen und wohlausgebildete zollgrosse Zwillingskrystalle scheinbar von Orthoklas. Diese Krystalle sind äusserlich matt, etwas stumpfkantig, und mit einer ledergelben oder eisenschwarzen Rinde überzogen, vom Messer oder schon vom Fingernagel ritzbar, oft auch so mürbe, dass sie sich zwischen den Fingern zerdrücken lassen und bestehen ebenfalls nicht aus Orthoklas, sondern aus einem Gemenge von Kaolin mit 30—50 pCt. kohlensauren Kalkes, 2—15 pCt. Eisenoxydes und 2—5 pCt. Wassers.

Crasso (Poggend. Annal. Bd. XLIX. 381) analysirte diese Zwillinge und fand 23,167 Kieselsäure, 7,299 Thonerde, 2,120 Kali, 0,211 Natron, 0,608 Magnesia, 12,528 Eisenoxyd, 0,170 Manganoxydul, und 49,458 kohlensauren Kalk. Auch ich habe dieselben wiederholt analysirt und kann darum die Richtigkeit dieser Analyse im Allgemeinen bestätigen; nur muss ich erwähnen, dass ich in den von mir untersuchten Krystallen stets Wasser und die Menge vom Kalk und Eisenoxyd schwankend in dem oben angegebenen Mengeverhältnisse fand.

Sehr oft enthält dieses Gemenge auch pulverigen Quarz und schwarze (Hornblende-) Körnchen. Gewöhnlich füllt es den ganzen Raum des ehemaligen Zwillingskrystalles aus; oft aber befindet sich auch innerhalb desselben ein mehr oder minder grosser Raum, dessen Wände mit zarten Kalkspathkrystallchen bedeckt sind. — In der Regel sind diese Pseudomorphosen von mergeligem Kaolin oder thonigem Kalke nach Orthoklas nicht fest verwachsen mit der sie umgebenden Thonsteinmasse, sondern liegen etwas lose in ihr, — etwa so wie Steine in einem erhärteten Kalk- oder Thonschlamm. Beim Herausschlagen aus ihrer Umgebung lassen sie einen ganz scharfen Abdruck in der sie einschliessenden Thonmasse zurück, dessen Wände in der Regel mit der obenerwähnten, aus thonigem Kalk oder Eisenoxyd bestehenden, Rinde der Krystalle bedeckt sind.

Nach allem diesen ist also das eben beschriebene Gestein so wenig ein Felsitporphyr, als die in seiner Masse liegenden Zwillingskrystalle Ortho-

klase sind: Vielmehr ist es ein porphyrähnliches klastisches Gestein, dessen Bindemittel aus einem Gemenge von Quarz und zu Thon gewordener Oligoklasmasse besteht, während die in ihm liegenden Krystalle Kalkthonpseudomorphosen nach Orthoklas sind. Vielleicht könnte man wohl gar die ganze Felsart eine Kaolinpseudomorphose nach Felsitporphyr nennen? Wahrscheinlich ist zuerst die Oligoklas haltige Grundmasse dieses Porphyres als das leichter zersetzbare kaolinisirt worden; das hierdurch freigewordene Kalkbicarbonat ist dann in die Orthoklasmasse der Zwillingskrystalle eingedrungen und hat diese ganz allmählig, von Atom zu Atom dringend, in kohlensauren Kalk und Kaolin umgewandelt, dabei das kieselsaure Kali zum grössten Theil verdrängt. Es ist aber auch andererseits nicht unwahrscheinlich, dass jeder der zu Zwillingen verwachsenen Feldspathkrystalle ähnlich denen im Felsitporphyre des Lauchagrundes von vornherein aus einem Oligoklaskerne und einer Orthoklasschale bestand; wenigstens spricht dafür, dass viele der Zwillinge vorkommen, an denen ähnlich wie in den letztgenannten Porphyren jeder Theilkrystall seine besondere Verwitterungshöhle umschliesst. In diesem Falle ist wohl zunächst jeder einzelne Krystall von Innen nach Aussen verwittert und hat erst dann, als seine Masse schon kaolinisirt war, durch die Aufsaugekraft seines Kaolins die, aus der ihn umgebenden Oligoklas-Verwitterungsmasse frei werdende, kohlensaure Kalkerde mechanisch in sich aufgesogen. Ich muss gestehen, dass mir das letztere sogar wahrscheinlicher erscheint, als das erstere, sobald ich die Verwitterungsphänomene ins Auge fasse, welche sich an den Zwillingen der Felsitporphyre im Lauchagrunde zeigen.

1. Bemerkung: Dass übrigens ganze Porphyrfelsen kaolinisirt werden können, ohne dadurch äusserlich das Ansehen von Porphyr zu verlieren, zeigt auch der Auersberg bei Stollberg am Harz. Ueberhaupt sind wohl alle sogenannten Thonporphyre nichts weiter als Pseudomorphosen von Thon nach Felsitporphyre.

2. Bemerknng: Blum erwähnt (im III. Nachtrage S. 58) Umwandlungspseudomorphosen von Kaolin nach Orthoklas vom Weisichberg bei Warmbrunn in Schlesien, aus dem Granit von Langenbrombach im Odenwald und sehr schön im Quarzporphyr zu Botallack in Cornwall. Diese sind jedenfalls in ähnlicher Weise durch Auslaugung aus dem Ortholas entstanden, wie die vom Schneekopfe

Die Krystalle des Orthoklases kommen aber nicht nur in Kaolin oder in Mergel, sondern auch in Glimmer, Pinitoid, Chlorit, (Talk, Speckstein), Serpentin und sogar in Zinnerz umgewandelt vor.

1) Pseudomorphosen des Glimmers nach Orthoklas. – G. Rose beschrieb (in Poggend. Annal. Bd. 28. S. 143) zuerst eine Glimmerbildung in den Feldspathkrystallen von Lomnitz oder Hirschberg in Schlesien. V. Rath (Poggend. Annal. XCVIII. 280) analysirte diese Krystalle. Der frische Orthoklas im Innern derselben ist fleischroth,

hat ein spec. Gew. = 2,544, giebt beim Erhitzen nur Spuren von Wasser und zeigte bei der Analyse die unter A. angegebenen Bestandtheile. Die denselben umgebende Verwitterungszone ist grünlich weiss, körnig, zerreiblich, durch die ganze Masse mit silberglänzenden Punkten erfüllt, hat ein spec. Gew. = 2,646, und gab die Bestandtheile von B. Die Aussenfläche dieser Zone besteht aus grünlichen Glimmerschuppen und feinen Quarzkörnchen, hat nach Ausscheidung der letzteren ein spec. Gew. = 2,867 und enthielt die Bestandtheile unter C.

	A.	B.	C.
Kieselsäure . . .	66,66	65,48	49,04
Thonerde	18,86	20,34	29,01
Eisenoxyd . . .	0,46	1,32	5,56
Kalkerde	0,36	0,54	0,17
Magnesia	0,21	0,30	0,75
Kali	11,12	9,21	11,19
Natron	3,01	2,08	0,50
Glühverlust . . .	0,50	1,34	4,65
	101,18	100,61	100,87

Man ersieht aus der vorstehenden Beschreibung, zunächst dass die Umwandlung von Aussen nach Innen vor sich gegangen ist, da der Kern der Krystalle noch aus frischem Feldspathe besteht, sodann dass diese Umwandlung dadurch herbeigeführt worden ist, dass sich Natron und ($\frac{2}{3}$) Kieselsäure aus der Masse des Orthoklases ausgeschieden haben. Aus der ausgeschiedenen Kieselsäure haben sich dann wenigstens zum Theil die zwischen den Glimmerblättchen sitzenden Quarzkörner gebildet.

Ich selbst besitze ein Stück porphyartigen Granites von einem erratischen Blocke Holsteins, in welcher sich zwei zolllange und 6''' dicke Orthoklase befinden, welche lagenweise in Glimmer umgewandelt sind, so dass sie in ihrer ganzen Masse aus abwechselnden Blättern von Orthoklas und Glimmer bestehen.

Blum beschreibt ferner in seinen Pseudomorphosen (S. 275) einen Feldspath-Zwillingskrystall von St. Just in Cornwall, welcher aus einem höchst feinkörnigem Gemenge von weissem Glimmer und Quarz besteht, in welchem Zinnerz-Körnchen eingesprengt sind.

2) Knop beschreibt im N. Jahrb. f. Miner. (1859. S. 581 ff.) ein Mineral, welches z. B. im Granite des Thüringer Waldes und des Schwarzwaldes häufig Pseudomorphosen nach Orthoklas bildet und als ein Mittelglied zwischen diesem und dem Glimmer zu betrachten ist. Es ist dies der Pinitoid, ein mykrokrystallinisches Silicat

von meist pelitischem bis derbem dichten Habitus, von lauch-, öl-, graugrünen bis weisslichen Farben, welche in verschiedene Nüancen des Roth übergehen können. Wasserhaltig; durch heisse Schwefelsäure aufschliessbar. Spec. Gewicht = 2,788; H = 2,5. — Chemischer Bestand: 47,773 $\ddot{Si}$; 31,246 $\ddot{\overline{Al}}$; 8,944 $\dot{Fe}$; 0,495 $\dot{Mg}$; 5,855 $\dot{K}$; 1,497 $\dot{Na}$; 4,190 $\dot{H}$. — Bemerkenswerth erscheint, dass dieses Mineral wenigstens am Thüringer Walde stets nur *in sehr glimmerarmen* Graniten auftritt.

3) Durch Dr. Kranz habe ich aus der Umgegend von Predazzo und Moena im Fassathal einen Felsitporphyr erhalten, dessen zollgrosse Orthoklasprismen (oP, $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$) und deren Zwillinge fast durchweg in lichtgrüngrauen Serpentin umgewandelt sind, in welchem also *Serpentin Pseudomorphosen nach Orthoklas bildet.*

4) Bischof erwähnt (Chem. Geol. II. 252) nach Blum *Pseudomorphosen von Chlorit nach Orthoklas.* „Der starkglänzende Feldspath wird auf der Oberfläche matt und graulich. Es erscheinen feine Chloritschüppchen, dieselben vermehren sich, bis endlich eine vollständige Rinde von feinschuppigem Chlorit entstanden ist" u. s. w.

5) Blum beschreibt in seinen Pseudomorphosen (S. 109) Feldspath von Altenberg in Sachsen, dessen Krystalle weich, matt, ohne Blätterdurchgänge erscheinen und *in ein feinblättriges schuppiges Gemenge von Talk (?Kaolin) umgewandelt* sind.

6) Bischof erwähnt (a. a. O. Bd. II. 307), dass J. Davey auf der Grube Huel-Coates bei St. Agnes-Beacon in Cornwall *Zinnerz in Formen von Feldspath* gefunden hat. „Die Feldspathkrystalle bestehen aus einem feinkörnigem Aggregate von Zinnerzkörnchen und mehr oder weniger Quarzkörnchen . . . . . Nicht selten zeigen sich die Krystalle gesprungen und wieder durch kleine Krystalle von Zinnerz zusammengekittet."

Die eben angegebenen Fälle zeigen, dass der Feldspath in andere Mineralien umgewandelt werden kann, welche dann in Pseudomorphosen nach Orthoklas auftreten. Es kommen nun aber auch Fälle vor, in welchen *zeolithische Mineralien mit Beibehaltung ihrer Krystallform in Orthoklasmasse umgewandelt erscheinen*, in welchen also *Orthoklas als Pseudomorphose* nach zeolithischen Mineralien, *nach Laumontit, Analcim und Prehnit* auftritt. So beschreibt G. Bischof in einem Briefe an Leonhard (im Neu. Jahrb. für Miner. 1850. S. 43 u. f.) solche Orthoklaspseudomorphosen nach Laumontit und Analcim mit den Worten: „Die Pseudomorphosen nach *Laumontit* finden sich in kugeligen und pseudomorphen Krystallgruppen auf Quarzkrystallen in Höhlenräumen der Trapp-Gesteine der Kilpatrick Hills bei Dunbarton in Schottland. Im Innern erscheinen die Krystalle ziemlich rein blass fleisch-

roth; aber die Linie zwischen der äusseren und inneren Krystallrinde ist oft deutlich schmutziggrün und zeigt noch den Platz der Oberfläche der ursprünglichen Laumontitkrystalle, welche erst nach und nach durch die neugebildeten kleinen Feldspathkrystalle ersetzt wurden. Der mittlere Raum ist entweder hohl oder von einer dunkelgrünen, dem Steinmark ähnlichen Masse erfüllt." C. Bischof, der Sohn des Vorigen, analysirte nun eine solche Pseudomorphose, deren chemischer Gehalt, wie beifolgende Analysen zeigen, dem Gehalte eines Orthoklas von Baveno sehr nahe kam:

	Orthoklas nach Laumontit.	Orthoklas von Baveno.
Kieselsäure	62,000	65,72
Thonerde	20,000	18,57
Kali	16,542	14,02
Natron	1,069	1,25
Kalkerde	0,599	0,34
Magnesia	Spur.	0,10
Eisenoxyd	0,642	Spur.
Glüverlust	0,866	—
	101,718	100,00
Spec. Gew.	2,581	2,631
	2,534	2,5552

Es ist also nach den vorstehenden beiden Analysen in dem umgewandelten Laumontit weniger Kieselsäure, mehr Thonerde und mehr Kali enthalten als in dem Orthoklas. Nach der Ansicht Bischofs kann nun diese Umwandlung dadurch vor sich gegangen sein, dass Gewässer, welche kohlensaures Kali und Kieselsäure enthielten, nach Ausscheidung des chemisch gebundenen Wassers im Laumontit, in die Masse des letzteren eindrangen.

Nach demselben Gewährsmanne (Chem. Geolog. Bd. II. S. 2172) haben auch Grandjean und Sandberger solche Pseudomorphosen auf Klüften eines, in Zersetzung begriffenen, Grünsteins zu Niederscheld unfern Dillenburg beobachtet. (Vgl. hierzu Fr. Sandberger im Jahrb. der Min. 1851. S. 156.) Sandberger theilt hierüber mit (S. 156 f.): „Ich habe mich überzeugt, dass die besagte Pseudomorphose in ihren physikalischen Eigenschaften dem Orthoklas vollkommen entspreche." — Auf der Grube Beilstein bei Niederscheid finden sich diese Pseudomorphosen des Orthoklas nach Laumontit bisweilen von Zolllänge auf Kalkdiabas. Sie sind an ihrer Oberfläche drusig und meist etwas rissig, im Innern aber porös oder zellig (Blum IV. S. 60).

Haidinger endlich, welcher überhaupt zuerst auf diese merkwürdigen Feldspathpseudomorphosen, durch welche die Bildung des Orthoklases auf wässerigem Wege bewiesen wird, (in dem III. Hefte

der Sitzungsberichte der K. K. Akademie der Wissenschaften zu Wien, S. 391 ff.) aufmerksam gemacht hat, berichtet auch von einer dunkelfleischrothen, inwendig hohlen oder etwas Kalkspath haltigen Pseudomorphose des Feldspathes nach Analcim von Calton Hill in Edinburg und nach Prehnit von den Kilpatrick-Hills.

Indessen auch Blum beschreibt solche Pseudomorphosen in seinem III. Nachtrage in folgender Weise:

1) Orthoklas nach Analcim bei Nanzenbach unfern Dillenburg und bei Herborn in Nassau (S. 59). „Das Trapezoëder oft scharf erhalten, indessen meist mit etwas rauhen oder feindrusigen Flächen; die Krystalle hie und da geborsten, so dass man bemerken kann, wie das Innere der Krystalle nicht ganz erfüllt und die hohlen Räume durch Krystallspitzen begrenzt sind. An diesen und an ihrer eigenthümlichen Anordnung erkennt man die Formen des Prehnits. Es ist dies ein Fall, welcher zeigt, dass der Analcim sich zuerst in Prehnit und dieser dann in Orthoklas umgewandelt hat."
2) Orthoklas nach Prehnit (S. 64) in einem Diabas auf dem Münzenbach bei Herborn-Seelbach in Nassau, in kugeligen, harten, festen und braunröthlichen Aggregaten."

§. 82e. Associationen des Orthoklases. — Der Orthoklas erscheint in Association

1) mit solchen Mineralarten, welche muthmasslich mit ihm aus einer und derselben Mutterlösung entstanden sind (Stammgenossen);
2) mit solchen Mineralien, welche aus seiner eigenen Zersetzung oder Umwandlung entstanden sind (unmittelbare Umwandlungsverwandte);
3) mit solchen Mineralien, welche aus der Umwandlung seiner Stammgenossen hervorgegangen sind oder doch hervorgehen können (mittelbare Umwandlungsgenossen).

Geht man von den Thatsachen aus, dass

1) der Orthoklas nur in solchen Lösungen, sei es nun wässerigen oder feurigflüssigen, entstehen kann, welche überreich an Kieselsäure sind, und
2) der Glimmer sowohl aus der Zersetzung des Orthoklas selbst, wie auch des Turmalins und der Hornblende entstehen kann;
3) der Turmalin, Beryll und auch wohl die kalkarme Hornblende dagegen wenigstens nach den bis jetzt bekannt gewordenen Erfahrungen aus keinem anderen mit dem Orthoklase in Verbindung stehenden Minerale erzeugt wird;

so folgt daraus wohl von selbst, dass nur der Turmalin, Beryll und Quarz einerseits und die kalkarme, titanhaltige Hornblende, sowie der Oligoklas und Albit andererseits zu den Stammverwandten, der Glimmer aber, sowie

der Topas und auch wohl mancher amorphe Quarz zu den Umwandlungsverwandten des Orthoklases gehören. Hiernach lassen sich folgende Associationen des Orthoklases aufstellen:

Der Orthoklas
zeigt sich im Verbande mit:

seinen Stammverwandten:		seinen Umwandlungsverwandten:	
a. in der Turmalinreihe mit:	b. in der Hornblendereihe mit:	a. in der Glimmerreihe:	b. in der Kaolinreihe:
1) Turmalin u. dessen Umwandlungen: Kali-, Magnesia-, Lithion- glimmer.	1) Oligoklas im Felsit u. Granulit,	1) mit Quarz und Kaliglimmer,	1) mit Kaolin oder Thon,
2) Quarz u. Turmalin und dessen Umwandlungen.	2) Oligoklas u. Hornblende u. deren Umwandlungen: Magnesiaglimmer, Granat, Chlorit oder Talk,	2) mit Quarz, Kaliglimmer u. Turmalin.	2) mit Kaolin und Quarz,
3) Quarz, Turmalin und Beryll,	3) Albit,	3) mit Quarz, Glimmer, Turmalin, Beryll, Topas u. Zinnerz,	3) mit Kaolin, Quarz, Flussspath, Apatit und Topas,
4) Quarz im Granulit und Felsit.	4) Albit, Hornblende u. deren Umwandlungen.	4) mit Quarz, Glimmer, Turmalin, Cyanit, Staurolith, Granat (im Granulit) und Asbest.	4) mit denselben u. Zinnerz,
		5) mit Quarz und Chlorit.	5) Analzim, Laumontit, Prehnit,
			6) Porcellanspath.

In den vorstehenden Associationsreihen sind nur die gewöhnlichen Gesellschafter des Orthoklases aufgenommen worden. Die übrigen Genossen, welche durch die Umwandlungen des Berylles, Topases, Turmalines und Granates in die Gesellschaft dieser Feldspathart gelangen, sind schon bei der Beschreibung dieser Minerale ausführlich erwähnt worden, während die des Oligoklases, Glimmers und der Hornblende bei der Beschreibung dieser letztgenannten Minerale weiter erörtert werden sollen. Uebrigens sind diese Associationen des Orthoklases so allgemein bekannt, dass wohl keine besonderen Belege für dieselben noch nöthig sind. Es mögen darum nur folgende aus — vieljähriger — Erfahrung abstammende Thatsachen noch hier ihren Platz finden:

1) Befindet sich in einer Felsart von den Feldspatharten nur Orthoklas, so kommt von den Glimmerarten vorherrschend (silberweisser) Kaliglimmer mit demselben im Verbande vor.
2) Kommt aber in einer Felsart neben Orthoklas auch Oligoklas vor, sei es nun, dass die Orthoklasmasse von ihm durchdrungen ist oder dass er abgesondert und selbstständig neben der letzteren auftritt, dann stellt sich auch Hornblende entweder für sich allein oder in

Gesellschaft von schwarzbraunem Eisen- oder Magnesiaglimmer in dem Feldspathgemenge ein.

3) Im Allgemeinen kann man daher den Erfahrungssatz aufstellen:
Die nur Orthoklas haltigen Gesteine sind die Hauptheimath des Kaliglimmers, (des magnesia- und kalkarmen Turmalins, des Topases, Berylles und Zinnerzes); die Oligoklas haltigen Gesteine dagegen sind der Sammelplatz der magnesia- und kalkreichen Hornblende und des Eisen- oder Magnesiaglimmers (nebst Almandin, Vesuwian und Pistazit).

Bemerkung: Mehr hierüber bei der Beschreibung des Oligoklases, Glimmers und der Hornblende.

§. 82f. Geologische Bedeutung des Orthoklases. — Hat auch der Orthoklas nicht den grossen Verbreitungsbezirk des Oligoklases oder Labradors, so ist er doch eins der geologisch wichtigsten Minerale. Denn er bildet einerseits den Hauptgemengtheil vieler Granite, Gneisse, Granulite, Syenite, Porphyre und, als Sanidin, der Trachyte und Phonolithe, und andererseits das Muttermineral des reinsten Kaolins, vielleicht auch des Silber- und Zinnerzes (? — denn auffallend bleibt immer die treue Association der Silbererze und Zinnerze mit den Zersetzungs- und Umwandlungsmineralien des Orthoklases; bildet ja doch das letztere sogar im Vereine mit Glimmer und Quarz Pseudomorphosen nach Feldspath, wie oben gezeigt worden ist —); ja in manchen Fällen möchte er sogar als die Mutter des Oligoklases (oder umgekehrt?!) anzusehen sein.

In den ebengenannten Felsarten nun erscheint er unter folgenden Verbindungsverhältnissen:

Turmalin. Kglimmmer. Quarz. **Orthoklas.** Oligoklas. Quarz. Mglimmer. Hornblende.

Granit und Gneiss.

Syenitgranit (Granitit) und Syenitgneiss.

Granulit und Felsitporphyr.

Alle diese Felsarten werden Trachyte, wenn statt des gemeinen Orthoklases Sanidin in das Gemenge tritt.

Zu bemerken ist, dass unter den in einem Punkte zusammenstossenden Linien die straffausgezogenen von den wesentlichen Gemengtheilen, die punktirten aber von den unwesentlichen Gemengtheilen der unter dem Vereinigungspunkte stehenden Felsart ausgehen, und dass die von dem Orthoklase aus senkrecht niedersteigende, stärkere Linie anzeigt, dass eben

der Orthoklas in den untenstehenden Felsarten den vorherrschenden Gemengtheil bildet.

§. 83. 2) Der Albit.

[Wegen seiner weissen Farbe (albus) von G. Rose Albit benannt.] — Synom: Tetartin nach Breithaupt wegen seines 4fachen Blätterbruches; tetartoprismatischer oder heterotomer Feldspath nach Mohs; Periklin; Hyposklerit; Natronfeldspath.]

§. 83a. Mineralogische Beschreibung: Triklinische Gestalten, welche grosse Aehnlichkeit mit denen des Orthoklases haben, aber der horizontale Querschnitt des Albites ist ein Rhomboides, während der vom Orthoklas ein Rhombus ist; auch bilden die beiden (basische und brachydiagonale) Spaltungsflächen (P und M) keinen rechten, sondern einen Winkel von 93° 36′. Vorherrschend sind rhomboidische Säulen und Tafeln, welche durch Zuschärfung der schmalen Seitenflächen sechsseitig werden und an ihren beiden Endflächen theils von den beiden zugeschärften Seitenflächen der Säule aus durch zwei einander gegenüberliegende, ungleichgrosse Dreieckflächen (der Viertelspyramiden) zugeschärft, theils auch durch drei ungleichförmige Flächen zugespitzt werden.

Bemerkung: Es hält schwer, die Combinationen des triklinischen Systems mit einfachen Worten deutlich zu schildern. Und doch ist es namentlich für denjenigen, welcher nicht zugleich die Krystallographie nach Weiss, G. Rose, Naumann, Breithaupt und Quenstedt studirt hat, schwer, sich in die verschiedenen Bezeichnungen der einzelnen Combinationsflächen zu finden. Ganz vorzüglich gilt dies von den wirklich oft sehr complicirten Krystallcombinationen des Albites. Möge hierdurch das Streben des Verfassers, welcher selbst ein treuer Anhänger der Naumannschen Bezeichnungsweise ist, die Combinationen der Krystalle mit einfachen Worten zu schildern, Entschuldigung finden.

Zwillingsbildungen sind sehr häufig, ja häufiger als einfache Krystalle. Am meisten treten sie auf nach dem Gesetze: Die Zwillingsaxe ist die Normale des brachydiagonalen Hauptschnittes, in Folge dessen zwei Krystalle parallel mit ihrer breiten Fläche M so aneinander gewachsen sind, dass sie umgekehrt an einander liegen, so dass die beiderseitigen schmalen Flächen P und P′ einerseits ausspringende und andererseits einspringende Winkel bilden (vgl. Fig. 5). Oft legen sich drei und mehr Krystallindividuen in dieser Weise aneinander, in welchem Falle dann die mittleren Individuen in der Regel wie dünne Blätter erscheinen und das ganze wie ein einziger Krystall aussieht, welchem ein oder mehrere Krystalllamellen parallel eingewachsen sind. Sind nun diese scheinbar eingewachsenen Krystallblätter sehr dünn, so erscheinen sie auf der Fläche P wie zarte, parallel laufende Linien, welche die sowohl für Albit, wie auch für den Oligoklas so charakteristische Zwillingsstreifung bilden. Indessen hat eine mehrfach wiederholte Erfahrung gelehrt,

dass diese lamellirten Krystallindividuen oft nichts weiter sind, als parallele Verwachsungen von Orthoklas- und Albit- oder Oligoklaslamellen, wie auch der ungleiche Verwitterungsgang solcher lamellirten Krystalle zeigt. — Die Krystalle ein- oder aufgewachsen und dann oft in Drusen. — Ausserdem erscheint der Albit auch derb, in Körnern oder in körnigen und schalig strahligen Aggregaten. Endlich hat man ihn auch in Afterkrystallen nach Laumontit und Skapolith beobachtet.

Physicalisches Verhalten: Die Krystalle sind basisch (nach der Grundfläche der triklinischen Pyramide) und brachydiagonal (d. i. in der Richtung des Brachypinakoides) vollkommen, hemiprismatisch aber (nach $\infty P'$) unvollkommen spaltbar; hierbei zeigt in der Regel die basische Spaltungsfläche Zwillingstreifung. — Der Bruch ist muschelig oder uneben und splitterig. Die Härte = 6—6,5; spec. Gew. = 2,62—2,67. — Farblos; gewöhnlich aber weiss mit einem Stiche ins Grünliche oder Gelbliche, seltener ins Röthliche; bisweilen auch ganz grün oder braun. Glasglänzend, auf der basischen Spaltfläche aber perlmutterglänzend. Durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend.

§. 83b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung: Vor dem Löthrohre sich wie Orthoklas verhaltend, aber die Flamme deutlich gelb färbend. Von Säuren kaum oder gar nicht angreifbar.

Im reinsten Zustande ist er als eine Verbindung von 1 Atom Natron, 1 Atom Thonerde und 6 Atom Kieselsäure anzusehen, wonach er in 100 Theilen 69,23 Kieselsäure, 19,22 Thonerde und 11,55 Natron enthält, was der Formel $\ddot{A}l\,\ddot{S}i^3 + \dot{N}a\,\ddot{S}i^3$ entspricht. — Sehr oft erscheint aber das Natron theilweise durch (0,5—25) Kali oder durch (0,5—1 pCt.) Kalkerde vertreten; bisweilen gesellt sich hierzu auch eine Spur Magnesia und eine geringe Menge (0,5—1 pCt.) Eisenoxyd. Alle diese Beimengungen zeigen sich hauptsächlich in den derben Albitmassen, während der krystallisirte und durchsichtige ganz oder fast frei von denselben ist.

§. 83c. Die Abarten des Albites werden theils durch Abänderungen in der Krystallform, theils durch Verunreinigungen des chemischen Bestandes hervorgerufen. Zu ihnen gehört namentlich:

der Periklin, dessen Krystalle meist in der Richtung der Makrodiagonalen in die Länge gestreckt sind und daher mehr tafelförmig erscheinen. Sein spec. Gewicht = 2,54—2,57. Unrein weiss und durchsichtig. In der Regel (1—2 pCt.) Kali haltig. — An der Saualpe in Kärnthen, bei Pfitsch und Pfunders in Tyrol, daselbst gewöhnlich mit Chlorit überzogen. Auch hat man ihn hie und da als Gemengtheil des Gabbro's und Eklogits beobachtet.

Ausserdem erwähnt Breithaupt einen schwärzlich grünen Albit von Arendal, welchen er Hyposklerit nennt, der aber nach Rammelsberg ein Gemenge von Albit mit (etwa 5 pCt.) Augit ist.

§. 83d. Verwitterung, Umwandlung und Associationen. Wie der Orthoklas, so erleidet auch der Albit durch die Atmosphärilien eine Zersetzung in Kaolin, welche sich gewöhnlich durch die Bildung einer unrein weissen (— nicht mit Säuren brausenden —) Verwitterungsrinde offenbart. Ausserdem habe ich an einem Albit haltigen Diorite des Drusethales (am Thüringer Walde) beobachtet, dass bei der Zersetzung der mit dem Albite verwachsenen Hornblende dieses Diorites der Albit in Oligoklas übergeht, indem er die durch die Hornblendezersetzung frei werdende Kalkerde in sich aufnimmt. (Sollte nicht vielleicht der Oligoklas in dieser Weise gar oft aus dem Albite hervorgegangen sein?) Endlich hat G. Rose (in Poggend. Annal. Bd. 58. S. 123) Feldspathkrystalle aus Drusenräumen des Granites vom Riesengebirge beschrieben, welche mit einem Eisenoxydüberzuge versehen waren, auf welchem Albitkrystalle sassen, und dabei bemerkt, dcss der Feldspath ursprünglich ein inniges Gemenge aus Orthoklas und Albit gewesen sei, aus welchem der letztere durch Gewässer ausgezogen und dann auf der Oberfläche wieder abgesetzt wurde; — eine Ansicht, welche auf die Lösbarkeit des Albites in Wasser und folglich auch auf die wässerige Bildungsweise desselben hindeutet, wofür auch das Vorkommen des Albites auf Kluftflächen des Taunusschiefers bei Homburg und in Grauwackegesteinen bei Niederrossbach unweit Dillenburg (nach Grandjean und Bischof (Chem. Geol. II. S. 1652) ebenso wie die Pseudomorphose, welche Albit nach Wernerit (bei Krageröe) und nach Laumontit (vom Kilpatrick und Calton Hill) bildet, spricht.

In seinen Associationen nähert sich der Albit bald dem Orthoklas, bald dem Oligoklas, jedoch mehr dem letzteren als dem ersteren. Wie der Orthoklas, so kommt er häufig mit verzerrten Quarzlamellen als sogenannter Schriftgranit, oder mit Bergkrystallen und Turmalin, Kaliglimmer und Zinnerz, (mit Glimmer und Zinnerz auf Quarzgängen bei Finho in Schweden) indessen nur äusserst selten mit Silbererzen verbunden vor. Dagegen zeigt er sich, — ähnlich dem Oligoklas —, vorherrschend mit Hornblende Magnesiaglimmer, Chlorit, Speckstein, Talk, Tremolit, Epidot, (— welchen er bei Arendal bisweilen überrindet nnd selbst auf Spalten durchdringt —), Almandin, Axinit und auch mit Magneteisen, Rutil und Eisenkies (— also mit lauter Umwandlungsgenossen der Hornblende —) associirt. So durchsetzen nach Weibye Albitkrystalle in Gesellschaft von Talk, Tremolit und Magneteisenkrystallen den körnigen Kalk, welcher lagerartig im Diorite auf der Insel Langö auftritt. Unter allen diesen Genossen erscheinen indessen die Hornblende und der Chlorit als seine treuesten Gefährten, wie bei den Associationen des Oligoklases noch weiter gezeigt werden soll.

Bemerkenswerth erscheint es hier noch, dass Scheerer (Poggend. Annal. 89. 1) bei Krageröe in Norwegen in einem aus Feldspath und Hornblende bestehenden Gesteine Krystalle von der Form des Skapolithes fand,

deren Masse aus Albit bestand, und welche ein spec. Gew. = 2,60 hatten. Eben solche Pseudomorphosen von Albit nach Skapolith fand er bei Snarum.

§ 83e. Vorkommen und geologische Bedeutung. Der Albit kommt zwar am meisten auf Gängen, Klüften und Drusenräumen des Granites, Gneisses, Thonschiefers und Diorites und dann gewöhnlich in Begleitung von Quarz, Turmalin, Glimmer, Chlorit, Rutil, Almandin, Epidot und Hornblende oder auch für sich allein in derben Massen (bisweilen von Zinnerz begleitet) vor; aber er bildet auch öfters den wesentlichen oder unwesentlichen Gemengtheil der eben genannten Felsarten. Hauptsächlich ist er alsdann wieder in der Gesellschaft der Hornblende, so namentlich im Syenit oder vor allen im Diorite, zu finden; ja es ist durch die Erfahrung bestätigt, dass viele Diorite Gemenge theils von Hornblende und Albit allein, theils von Hornblende, Albit und zugleich Oligoklas sind. In sehr kleinkörnigen Dioriten ist es freilich oft sehr schwer, wenn nicht ganz unmöglich, den Albit vom Oligoklas zu unterscheiden, zumal wenn man bedenkt, dass der Albit auch oft kalihaltig ist. Das einzige Mittel in diesem Falle, wodurch man allenfalls noch eine Entscheidung erwarten darf, ist dann nur die Verwitterungsrinde; denn die Rinde des Oligoklases braust wegen ihres Kalkgehaltes mit Säuren auf, die des Albites nicht.

Interessante Vorkommnisse von Albit befinden sich am St. Gotthard in der Schweiz; bei Pfitsch und Pfunders in Tyrol; auf der Saualpe in Kärnthen; zu Penig, Zöblitz, Siebenlehn und Johanngeorgenstadt in Sachsen; zu Arendal in Norwegen, Finbo bei Fahlun in Schweden; zu Barèges in den Pyrenäen; in der Dauphinée zu Bourg d'Oisans, wo er in schönen Krystallen und begleitet von Adular, Epidot, Axinit, Anatas, ja sogar von Amianthfasern durchzogen auf Gängen im Diorit auftritt; zu Baveno in Oberitalien, wo er mit den schönen Adularzwillingen verwachsen vorkommt; auf Elba, wo er in grossen Krystallen mit Bergkrystallen und Turmalinen verwachsen erscheint; zu Haddam in Connecticut u. s. w.

§. 84. 3) Der Oligoklas.

[Oligoklas von: ὀλίγος, wenig, und κλάω, ich spalte, weil die beiden Spaltungsrichtungen an seinen Krystallen nur wenig vom rechten Winkel abweichen. — Synon.: Natronspodumen nach Berzelius; Andesin, eine Abart desselben.]

§. 84a. Mineralogische Beschreibung: Triklinische, den Albitformen ähnliche, meist vorherrschend tafelförmige, aber selten vollständig entwickelte Gestalten, welche gewöhnlich eine sich vielfach wiederholende Zwillungsbildung in der Weise zeigen, dass 6, 8 und noch mehr Krystall-

ätter mit ihren breiten Flächen parallel verwachsen sind, woher es kommt, ıss ihre scheinbar einfachen Krystalle auf der schiefen basischen paltfläche die grade den Oligoklas so charakterisirende willingsstreifung in ausgezeichneter Weise (manchmal aber auch ur unter dem Vergrösserungsglase) wahrnehmen lassen. Die Krystalle ur eingewachsen in Gesteinen; bisweilen aber auch in Pseudomorphosen ach Leucit. Ausserdem derbe Massen, welche ebenfalls die Zwillings- treifung wahrnehmen lassen und eine schalige oder körnige Absonderung esitzen. — Die Spaltbarkeit in der Richtung der Basis vollkommen ıd auf der Spaltungsfläche die eben erwähnte Zwillingsstreifung zeigend, achydiagonal weniger vollkommen, aber noch deutlich. Bruch muschelig ler uneben und splitterig. — Härte = 6; spec. Gew. = 2,63 – 2,68. — orherrschend graulich-, gelblich-, grünlich-, überhaupt unrein weiss, ıch gelbgrau, röthlichgrau oder graubraun, seltener grün oder eischroth, am seltensten farblos, bisweilen durch beigemischte Eisenoxyd- hüppchen schillernd (sogen. Sonnenstein). Auf der basischen Spalt- iche lebhaft glasglänzend, sonst aber nur wachsglänzend, ja bisweilen sogar st matt. Gewöhnlich undurchsichtig oder nur an den Kanten durch- heinend.

§. 84b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung: Vor ım Löthrohre verhält sich der Oligoklas wie Orthoklas und Albit, schmilzt ıer leichter zu einem farblosen Glase und färbt dabei die Flamme gelb. iuren greifen ihn etwas an, zumal wenn er mehr Kalkerde enthält; der ılkreichere wird auch von der atmosphärischen Kohlensäure leicht ange- iffen und braust dann an seiner Oberfläche mit Salzsäure mehr oder eniger stark auf.

Seinem chemischen Gehalte nach erscheint er als eine Verbin- ıng von 1 Atom Trisilicat von Kali, Natron und Kalkerde, und 2 Atom isilicat von Thonerde oder von 2 Atom Monoxyden ($R = \dot{C}a$ und $\dot{N}a$), Atom Thonerde und 9 Atom Kieselsäure, wonach also in 100 Theilen 3,01 Kieselsäure (= 9 At. $\ddot{S}i$), 23,35 Thonerde (= 2 At. $\ddot{Al}$), 4,24 Kalk- de (= $\frac{2}{3}$ At. $\dot{C}a$) und 8,40 Natron (= $\frac{4}{5}$ $\dot{N}a$) vorhanden sind. Dies ent- ıricht auch der Formel $2\ddot{Al}\ddot{S}i^3 + \dot{R}^2\ddot{S}i^3$ oder $\ddot{Al}\ddot{S}i^3 + \dot{R}\ddot{S}i^{\frac{3}{2}}$. Das atron herrscht demnach unter den Monoxyden vor; in der Regel werden doch mehrere Theile desselben durch (0,5 — 8,5 pCt.) Kalkerde, (1—4,5) ali und auch wohl (0,5 – 3 pCt.) Magnesia ersetzt. Nächst dem Natron t aber die Kalkerde immer das hervorragendste Monoxyd im Oligoklas; e fehlt nie in seinem Bestande und beträgt nach dem Obigen im llgemeinen $\frac{1}{3}$ vom Gehalte des Natrons. Es ist indessen auch die Magnesia cht zu übersehen; denn wenn sie auch nur 0,5 bis höchstens 3 pCt. be- ägt, so fehlt sie doch selten ganz und ist nicht ohne Bedeutung für die Um- andlungs- und Associationsverhältnisse des Oligoklases (siehe weiter unten).

§. 84c. Abarten: Wie der Orthoklas, so hat auch der Oligoklas (oder Albit) seinen glasigen Feldspath oder Sanidin in dem Andesin Abichs. Derselbe entspricht dem Albite in seinen physicalischen Eigenschaften, nähert sich in seinem chemischen Verhalten und Bestande dem Oligoklase und enthält in 100 Theilen 60,37 Kieselsäure (also 4 At.), 25,15 Thonerde (= 1 At.), 6,86 Kalkerde (= $\frac{1}{2}$ At. R.) und 7,60 Natron (= $\frac{1}{2}$ At. R.), wonach ihm die Formel $\ddot{\bar{A}}l\, \ddot{S}i^3 + \dot{R}\, \ddot{S}i$ ($R = \frac{1}{2}\, \dot{C}a + \frac{1}{2}\, \dot{N}a$) zukommt. G. Rose und G. Bischof halten ihn aber theils für einen kalkreichen Oligoklas (so den Andesin von den Anden), theils für einen mehr oder minder zersetzten Oligoklas (so namentlich den Andesin der Vogesen). Der letzten Ansicht ist auch Delesse, welcher in dem Andesin der Vogesen 3 – 5 pCt. kohlensauren Kalk und Wasser fand. — Der Andesin bildet im Gemenge mit Hornblende (und oft auch mit Epidot und etwas Quarz) den trachytischen Andesit in den Cordilleren Südamerikas und zum Theil den Syenit der Vogesen.

§. 84d. Verwitterung und Umwandlung. Unter den kieselsäurereichen Feldspathen verwittert der Oligoklas wegen seines constanten Kalkgehaltes am leichtesten und schnellsten, und zwar um so schneller, je grösser der letztere ist. Mit Kohlensäure beladenes Meteorwasser laugt aus ihm die Kalkerde als Bicarbonat und mit ihr zugleich auch Kieselsäure aus, so dass nun der verwitternde Oligoklas ärmer an diesen beiden Stoffen wird. Die jetzt noch übrig bleibende Masse desselben erscheint matt, bröcklich und geht allmählig, wie der Orthoklas, in Kaolin über. Das ist im Allgemeinen der Verwitterungsgang, welchen alle oligoklashaltigen Felsarten an ihrer mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche wahrnehmen lassen. Demgemäss sollte nun auch die Verwitterungsrinde auf dem Oligoklas dieser Gesteine rein kaolinisch sein. Dies ist aber in der That nur bei den ersten Anlagen dieser Rinde der Fall; ist jedoch die Verwitterung unter ihr erst weiter in's Innere des Oligoklases eingedrungen, dann besteht sie, wenigstens sehr häufig, aus einem Gemische von Kaolin mit mechanisch beigemengter erstarrter Kieselerde und einfach kohlensaurem Kalk, wie das Aufbrausen ihrer Masse mit Salzsäure und dann die Behandlung derselben mit Aetznatronlauge beweist; ja mir ist es schon vorgekommen, dass sie neben Kalkcarbonat auch Magnesiacarbonat (Dolomitsubstanz) enthielt. Diese Erscheinung lässt sich nur dadurch erklären, dass die zuerst erscheinende reine Kaolinrinde die unter ihr in der verwitternden Oligoklasmasse frei werdende und im kohlensauren Wasser gelöste kohlensaure Kalkerde, Magnesia und Kieselsäure mechanisch aufsaugt und festhält, bis sie durch Verdunstung ihres kohlensauren Lösungswassers unlöslich geworden sind und nun mit dem Kaolin mechanisch verbunden bleiben.

Bemerkung: In dem Kalkgehalte der Verwitterungsrinde des Oligoklases liegt auch der Grund, warum die nach Kalk sehr begierigen Schurfflechten sich

viel häufiger auf dem Oligoklase ansiedeln als auf dem Albite und Orthoklase. Ich habe diese Erscheinung auf dem zugleich orthoklas- und oligoklashaltigen Granit in der Umgegend von Ruhla vielfach beobachtet; ja sie gab mir sogar ein Mittel, um schnell den Oligoklas vom Orthoklas unterscheiden zu können. Ob diese Erscheinung aber überall so deutlich hervortritt, dass sie wirklich ein sicheres Unterscheidungsmittel für diese beiden Feldspatharten abgeben kann, das kann ich noch nicht entscheiden. Jedenfalls verdient sie die Aufmerksamkeit des Geognosten.

Es kann aber auch die löslich gemachte kohlensaure Kalkerde und Kieselsäure des Oligoklases von den Haarspalten der verwitternden Masse des letzteren aufgesogen werden; sie kann auch die rissige Masse der oligoklashaltigen Felsarten (Syenit, Diorit und Felsitporphyr) nach allen Richtungen hin durchziehen; sie kann endlich in grösseren Klüften dieser Felsarten sich ansammeln und in allen diesen Fällen bei der allmähligen Verdunstung ihres Lösungswassers Veranlassung geben zur Bildung von Kalkspath, Opal, Chalcedon und krystallinischem Quarze. In der That lassen sich vielfache Belege aus der Natur für diese Annahmen finden.

1) Im Granite des Granitconglomerates bei Eisenach findet sich neben einzelnen fleischrothen, ganz frisch aussehenden Orthoklaskrystallen vorherrschend nur ein weisslicher, matter, vom Messer fast immer ritzbarer Oligoklas, grauer Quarz und schwarzbrauner Magnesiaglimmer, aber selten ein Körnchen Hornblende. Diese Granitgerölle sowohl, wie auch das sie einschliessende rothe Thonbindemittel, sind häufig von Adern schönen Kalkspathes und krystallinischer Quarzrinden durchzogen; bisweilen erscheinen sogar die frischen Orthoklaskrystalle, welche in der Regel in der Felsmasse von Oligoklaskörnern umlagert sind, von einer drusigen Quarz- oder Kalkspathrinde überzogen. — Dazu kommt noch, dass die so kalkbegierigen Buchen nirgends besser gedeihen als auf dem Boden dieser oligoklasgranittrümmerhaltigen Conglomerate des Rothliegenden. Da der Oligoklas in allen diesen Trümmern sich fast immer im Verwitterungszustande befindet, der Glimmer und Orthoklas aber nicht, so ist doch wohl der erstere allein der Erzeuger des Kalkes und Quarzes.
2) Am Ringberge bei Ruhla befindet sich ein quarzreicher Felsitporphyrstock im Glimmerschiefer. Die Grundmasse dieses Porphyres besteht aus einem feinkörnigen, undeutlichen Gemenge von graubräunlichem Oligoklas und Quarz. Wenigstens deutet der bedeutende Kalkgehalt des Feldspathes auf Oligoklas. In seinen obersten, unmittelbar unter der Vegetationsschichte des Ringberges lagernden, Massen ist dieser Porphyr in eine wahre röthlichweisse, sich blätternde Kaolinmasse umgewandelt. Unmittelbar unter dieser zeigt der Porphyr eine hellbräunlichgraue, stengeligfaserige, vom Messer noch etwas ritzbare, Consistenz, und unter dieser Lage erscheint seine Masse noch ganz

frisch, hart und zähe. In den unteren Lagen der zuoberst lagernden Kaolinmasse nun, welche eine Mächtigkeit von 3—5 Fuss hat, beginnen zahlreiche Spalten, welche nach unten in die noch unverwitterte Porphyrmasse eindringen, sich in derselben mannichfach verästeln, sie so nach den verschiedensten Richtungen durchschwärmen, aber in der Tiefe des Porphyrstockes sich wieder zusammenziehen und, soweit sich dieses erkennen läst, auskeilen. Alle diese Spalten sind von Quarzkrystallrinden und Drusen mehr oder weniger ausgefüllt, jedoch so, dass in der Kaolinmasse selbst nur feine Quarzadern auftreten, in den Spalten des oberen Theiles vom festen Porphyre Quarz oder Amethystrinden und Eisenglanz erscheinen und in den untersten, auskeilenden Spaltentheilen dieses Porphyres dichter Quarz, mit Kalk und Eisenspath das Ausfüllungsmittel bildet. Allem Anscheine nach sind diese Gangmassen durch die Zersetzung der obenliegenden Oligoklasporphyrmasse in Kaolin entstanden; Regenwasser, welches dann den kaolinisirenden Porphyr durchdrang, löste das freiwerdende Kalk- und Eisenoxydulcarbonat nebst der ausgeschiedenen Kieselsäure auf und führte diese Substanzen in die verschiedenen Spalten des noch unzersetzten Porphyres. In dieser setzt sich wegen ihrer schweren Löslichkeit zuerst die Kieselsäure und mit dieser im Gemenge das vom Wasser mechanisch mit fortgeschlämmte Eisenoxyd und später erst bei vollständigem Verschwinden des Lösungswassers in den unteren Räumen der Porphyrspalten der Kalk- und Eisenspath ab.

3) In der oben beschriebenen Kaolinmasse kommen indessen auch hie und da ½ bis 1 Zoll grosse Knollen von bläulich-milchweissem Chalcedon, welche mit einer dünnen, erdigen Kalkrinde überzogen sind, oder zarte, papierdünne Chalcedonschalen vor. Offenbar sind diese aus dem verwitterten Oligoklas entstanden.

4) In dem Syenite der Vogesen kommt nach Delesse neben Oligoklas, Orthoklas und Hornblende auch ziemlich viel Quarz vor. Da nun der Oligoklas in diesem Syenite sich schon im Zersetzungszustande befindet, so folgert daraus Bischof, dass der Quarz dieses Syenites ein Zersetzungsprodukt des Oligoklases sei.

Ausser der eben beschriebenen Zersetzung des Oligoklas in Kaolin, kalkhaltigen Thon, Calcit und Quarz ist über andere Umwandlungen dieser Feldspathart noch nichts mit voller Sicherheit bekannt. Es erscheint jedoch nicht ungewiss, dass auch er ebenso wie der Orthoklas in Glimmer — und zwar in Magnesiaglimmer — und wahrscheinlich auch in Speckstein umgewandelt werden kann. Ziemlich gewiss aber ist es, dass er sich durch Aufnahme von Wasser und theilweise Auslaugung von Kieselsäure und Kalisilicat in **Mesotyp** und vielleicht auch in manche andere Zeolithart

umwandeln kann. Wenigstens spricht dafür, dass die Mesotype am meisten in Oligoklas haltigen Gesteinen auftreten.

Bemerkenswerth erscheint es, dass man im Zirkonsyenite Norwegens Oligoklas in Pseudomorphosen nach Mesotyp (Bergmannit) gefunden hat. — Ebenso theilt Naumann (im N. Jahrb. d. Min. 1860. S. 61 u. 62, und 1861. S. 59 ff.) mit, dass in einem Felde unweit der Kirche von Böhmisch-Wiesenthal häufig ringsum ausgebildete, 1—3 Zoll durchmessende, meist sehr regelmässig ausgebildete Ikositetraëder (2O2) des Leucit vorkommen, welche aber aus einem krystallinisch-körnigen, stellenweise porösen Aggregate von Oligoklas bestehen. Ihre Härte = 5,5; das spec. Gewicht = 2,56. Sie sind schwerer schmelzbar als gewöhnlicher Oligoklas und bestehen nach Bergemann aus 60,46 $\ddot{Si}$, 20,11 $\dddot{Al}$, 13,53 $\dot{K}$, 0,51 $\dot{Na}$, 1,98 $\dot{Fe}$, 1,95 $\dot{Mg}$, so dass das Sauerstoffsverhältniss dem Oligoklas entspricht und = 1 : 3 : 9,4 ist.

§. 84e. Associationen des Oligoklases. — Der Oligoklas nähert sich durch seinen Kaligehalt dem Orthoklas, durch seinen Natrongehalt dem Albit, durch seinen Kalknatrongehalt dem Anorthit; mit all diesen Feldspathen und also auch mit allen Begleitern und Umwandlungsmineralien dieser letzteren kann er demnach associirt vorkommen, vorausgesetzt, dass in den

Orthoklas- oder Albitassociationen: Magnesiaglimmer und kalkreiche Hornblende oder deren Umwandlungsminerale, Almandin, Epidot und Vesuvian;

Labrador- oder Anorthitassociationen: einerseits kalkarme aber magnesiareiche Hornblende oder auch wohl (aber seltener) Magnesiaglimmer, oder andererseits Augitarten

auftreten.

Hornblende und Magnesiaglimmer sind demnach die treuesten Begleiter des Oligoklases und gewissermassen die Vermittler desselben mit den anderen Feldspatharten; ja mit der Hornblende allein schon bildet er in massenhafter Verbindung ganze Felsmassen, die allbekannten Diorite und wahrscheinlich auch manche Syenite. Es treten jedoch in seiner Verbindung mit der Hornblende zwei wohl zu beachtende, durch die Erfahrung vielfach bestätigte, Erscheinungen hervor, nämlich:

1) In Hornblendegesteinen, welche kalkarme, aber magnesiareiche Hornblende enthalten, erscheint er selbst kalkreich; in Gesteinen mit kalkreicher Hornblende dagegen zeigt er sich in der Regel kalkarm und natronreich.
2) Wo er in recht deutlichem Gemenge mit Hornblendekrystallen auftritt, da umgiebt er in der Regel die Hornblendekrystalle, ja oft schliesst er sie sogar mit seiner Masse ganz in sich ein. Dieses Ver-

hältniss deutet offenbar darauf hin, dass, wenn auch beide Mineralien in einer und derselben Mutterlösung entstanden sind, doch die Hornblende das erstgeborne, der Oligoklas aber das nachgeborene Mineral ist, welches sich aus den von der Hornblendebildung noch übrig gebliebenen Theilen der Mutterlösung erzeugen musste. Hierdurch lässt sich auch der unter 1 erwähnte Umstand erklären.

Nächst der Hornblende und dem Magnesiaglimmer erscheinen die Augite und ihre Umwandlungsverwandten, Hypersthen und Diallag als die treuesten Begleiter des Oligoklases, indessen mit der Bedingung, dass zugleich Labrador oder Anorthit, oder auch wohl Hornblende in der Association vorhanden sind. Bei dieser Art von Associationen scheinen jedoch ebenfalls, soweit die Erfahrung reicht, die oben bei der Hornblende erwähnten beiden Umstände stattzufinden, denen gemäss kalkreicher Oligoklas mit kalkärmerem Augit und umgekehrt kalkreicher Augit mit kalkarmem Oligoklas zusammen auftritt. Indessen bedarf diese letzte Angabe noch weiterer Untersuchungen.

Dies Alles vorausgesetzt lassen sich folgende Associationsreihen aufstellen:

Der Oligoklas
bildet Associationen:

in Gemeinschaft mit anderen Feldspathen:		für sich allein mit Hornblende und seinen deren Umwandlungsgenossen:
Orthoklas oder **Albit** und deren Umwandlungsgenossen, wenn **kalkreiche Magnesiahornblende** oder **Magnesiaglimmer** vorhanden ist (siehe die Associationen des Orthoklas).	**Labrador** oder **Anorthit** und deren Umwandlungsgenossen, wenn **kalkarme Hornblenden** oder **Augite** vorhanden sind (siehe die Associationen dieser Feldspathe).	z. B. mit Magnesiaglimmer, Granat, Epidot, Vesuvian, Chlorit, Magneteisen, etc. (siehe unten die Associationen der Hornblende).

§. 84f. In geologischer Bedeutung steht der Oligoklas über dem Orthoklas und Albit; denn abgesehen davon, dass er im Verbande mit der Hornblende die Diorite, mit Augit die Hauptmasse der Diabase, mit Diallag den Gabbro, mit Hypersthen den Hypersthenfels und mit Quarz die Grundmasse der meisten — vielleicht aller — Felsitporphyre bildet, erscheint er auch sehr häufig:

einerseits im Gemenge der Granite, Gneisse, Granulite und Syenite, theils zugleich mit Orthoklas, theils für sich allein;

andererseits im Gemenge der Kalkdiorite, Melaphyre und Diabase, theils zugleich mit Labrador, theils mit Anorthit.

Es bildet hiernach:



Der Oligoklas tritt aber nicht nur als Bildungsmittel von Felsarten auf, sondern setzt auch theils für sich allein (so bei Stockholm u. a. Orten Scandinaviens, bei Warmbrunn in Schlesien etc.), theils in Gesellschaft von Hornblende, Granat, Epidot, Wernerit und namentlich auch Calcit und Magneteisen (z. B. bei Arendal) untergeordnete Lager und Gänge zusammen.

Angaben über die Unterscheidung des Oligoklases von anderen Feldspatharten: So lange die Gemenge des Orthoklases mit Hornblende, Augit, Hypersthen oder Diallag deutlich krystallinisch oder grosskörnig sind, ist er wohl zu erkennen und von den übrigen Feldspatharten zu unterscheiden (z. B. schon an der Zwillingsstreifung seiner Krystalle in den dioritischen und diabasischen Grünsteinporphyren), sobald aber sein Gemenge mit den genannten Mineralien klein- bis feinkörnig oder gar dicht ist, dann ist es schwierig, ihn aufzufinden und von den anderen Feldspathen zu unterscheiden. Für diese zweifelhaften Fälle mögen folgende allgemeine Merkmale dienen:

1) Die Verwitterungsrinde des Oligoklases braust gewöhnlich mit Säuren auf, die des Orthoklases und Albites nicht.
2) Oligoklas kommt vorherrschend mit Magnesiaglimmer oder Hornblende, Orthoklas fast nur mit Kaliglimmer vor. Findet sich aber in Orthoklasgesteinen Magnesiaglimmer oder Hornblende, dann ist sicher nach meinen Erfahrungen auch Oligoklas vorhanden, sollte er auch mit dem Orthoklase verwachsen sein.

3) Labrador und Anorthit sind dem Magnesiaglimmer mehr oder minder, und dem Quarze ganz fremd; findet sich daher in einem Labrador oder Anorthit haltigen Gesteine Magnesiaglimmer oder Quarz, dann kann man auf die Anwesenheit von Oligoklas rechnen.
4) Augit oder Hornblende haltige Gesteine, welche nur Labrador oder nur Anorthit enthalten, lösen sich in Salzsäure unter Absatz eines bräunlichen oder grauweissen Pulvers, welches mit Wasser geschlämmt und nach der bei der Beschreibung der Amphibolite angegebenen Methode behandelt, sich als Augit, Hornblende, Hypersthen oder Diallag erweist und keinen Feldspath enthält. Enthält aber ein solches Gestein nur Oligoklas, dann wird es, zumal wenn es ganz frisch ist, von der Salzsäure nur wenig oder gar nicht angegriffen. Am besten ist es, wenn man von der zu untersuchenden Felsart eine bestimmte Gewichtsmenge eine halbe Stunde lang mit Salzsäure erwärmt, dann abfiltrirt und endlich den Rückstand im Filter tüchtig auswäscht, trocknet und wieder abwägt. Aus dem Gewichtsverlust kann man nun einen Schluss ziehen auf die Menge des Gelösten, also der vorhandenen Feldspathart.
5) Analysirt man ein solches undeutlich gemengtes Hornblende- oder Augitgestein, so kann man aus der Menge der abgeschiedenen Kieselsäure einen Schluss ziehen auf die vorhandene Feldspathart: Beträgt die Kieselsäuremenge mehr als 55 pCt., dann ist Oligoklas vorhanden; beträgt dagegen diese Menge unter 45 pCt., dann ist eine kieselsäurearme Feldspathart (Labrador oder Anorthit, bei letzterem am wenigsten) vorhanden.

§. 85. 4. Labrador.

[Benannt nach seinem Hauptfundorte, der Halbinsel Labrador. Synom: Labradorit: Feldspath opalin Hauy; Labradorite, Pillip.]

§. 85a. Mineralogische Beschreibung: Undeutliche triklinische, gewöhnlich tafelförmige, dem Albit ähnliche, eingewachsene Gestalten, oder derbe Massen, welche in derselben Weise wie der Albit aus zahlreichen und parallel mit einander verwachsenen Zwillingslamellen bestehen und darum auf den Spaltungsflächen die Zwillingsstreifung zeigen; endlich auch dichte und feinkörnige Aggregate. — Die Spaltbarkeit nach der schiefen Basis sehr vollkommen, nach der brachydiagonalen Spaltfläche zwar weniger vollkommen, aber dann auf der Fläche M oft ein schönes Farbenspiel von metallischem Blau, Grün, Gelb und Roth zeigend. Der Bruch unvollkommen muschelig, ins Unebene und Splitterige. — Härte = 6; spec. Gewicht = 2,68—2,74. — Vorherrschend dunkel-aschgrau, aber auch unrein weiss, grünlich, bläulich, röthlich und selbst farblos; glasglänzend, aber auf der brachydia-

gonalen Spaltfläche oft fettig; undurchsichtig oder nur an den Kanten durchscheinend.

§. 85b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung: Vor dem Löthrohr schmilzt er leichter als Albit und Oligoklas zu einem weissen Email und färbt dabei die Flamme gelb. — Gegen Salzsäure verhält er sich verschieden. Ist er noch ganz frisch und wasserfrei, dann wird er von concentrirter Salzsäure nur unvollständig zersetzt, so dass immer ein Theil desselben unangefochten bleibt; ist er aber etwas wasserhaltig, sonst aber noch frisch und mit Säuren nicht brausend, dann wird er durch die genannte Säure unter Abscheidung von Kieselpulver vollständig zersetzt; ist er endlich wasserhaltig und mit Säuren brausend, dann zersetzt ihn Salzsäure unter Abscheidung von Kieselschleim vollständig. — Concentrirte Schwefelsäure zersetzt beim Kochen auch den ganz frischen, wasserlosen Labrador vollständig unter Abscheidung von Kieselpulver.

Bemerkung. Ich habe Labradore im verschiedensten Zersetzungszustande untersucht und immer die eben erwähnten Resultate erhalten. Ich glaube daher auch, dass, wenn Labradore gar nicht von Salzsäure angegriffen werden, dieselben eine Mischung von Oligoklas und Labrador sind. Sollte sich hierdurch überhaupt nicht die nur theilweise Lösung des ganz frischen Labradors erklären lassen? — Leider muss ich bekennen, dass ich zu meinen Versuchen nicht Labradorproben von einem und demselben Exemplare nehmen konnte, da die mir zu Gebote stehenden Proben alle nur kleine Bruchstücke waren. Ich kann daher auch nicht behaupten, dass ein und dasselbe Labradorexemplar in verschiedenen Stadien sich so verhält, wie ich oben angegeben habe.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist der Labrador als eine Verbindung von 1 Atom einfach kieselsaurem Monoxyd (R = Kalkerde + Natron) und 1 Atom zweidrittel-kieselsaurer Thonerde zu betrachten; wonach ihm die Formel $\dddot{Al}\ddot{Si}^2 + \dot{R}\ddot{Si}$, in welcher $\dot{R}$ am häufigsten aus $\frac{3}{4}$ Kalkerde und $\frac{1}{4}$ Natron besteht, zukommt, so dass er in 100 Theilen 53,56 Kieselsäure (=12 Atom), 29,77 Thonerde (=4 Atom), 12,17 Kalkerde (=3 Atom) und 4,50 Natron (= 1 Atom) enthält. = Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen kommen in ihm auch noch kleine Mengen Kali (gewöhnlich 0,5—2, selten 3, 4 oder 5 pCt)., Magnesia (0,2—1,5) und Eisenoxyd (1—2, selten mehr), bisweilen sogar auch Wasser (0,5—3 pCt, wahrscheinlich bei beginnender Zersetzung) vor.

§. 85c. Als eine Abart des Labradors ist derjenige Saussurit zu betrachten, welcher statt des Oligoklases oder Labradors mit Diallag oder Uralit verbunden in manchem Gabbro oder Grünstein als wesentlicher Gemengtheil auftritt. — Er bildet theils körnige Aggregate, theils (im Grünstein von Neurode in Schlesien) tafelartige, bis 2 Zoll grosse, Krystalle mit unebenem und splitterigen Bruche, ist sehr zähe und sehr schwer zersprengbar, grünlichgrau, grünlichweiss oder fast matt und hat eine Härte = 5,5—6,5 und ein spec. Gewicht — 2,79

(nach Chandler) oder 2,998 (nach v. Roth). Er wird von Säuren nicht angegriffen und besteht im Uralitgrünstein Schlesiens

aus	nach v. Rath von Neurode	nach Chandler vom Zobten
Kieselsäure .	50,84	51,76
Thonerde . .	26,00	26,82
Eisenoxyd .	2,73	1,77
Kalkerde . .	14,95	12,96
Magnesia . .	0,22	0,35
Natron . . .	4,68	4,61
Kali	0,61	0,62
Glühverlust .	1,21	0,68
	101,24	99,57

§. 55d. Verwitterung und Umwandlung: Da, wie schon wiederholt angedeutet worden ist, die Verwitterung von der Grösse des Kaligehaltes in einem Feldspathe abhängig ist, so muss der Labrador schneller und leichter verwittern, als der Orthoklas und Oligoklas, zumal da er auch ärmer an Kieselsäure ist, wie diese beiden Feldspathe. — Diese Verwitterung beginnt nun, wie immer, zunächst mit einer Durchwässerung (Hydratisirung) der Labradormasse, schreitet dann vorwärts durch Carbonisirung und Auslaugung zuerst der Kalkerde und eines Theiles der Kieselsäure, und nach dieser der Magnesia und des Natrons und ist vollendet mit der Bildung von einer weissen kaolinischen Erdsubstanz oder, beim Vorhandensein von Eisenoxyd im Labrador, von ockergelbem Thone. So ist der Verwitterungsgang im Allgemeinen. Im Besonderen ist darüber noch Folgendes zu bemerken:

1) Fuchs theilt in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu München (VII. 65 ff.) mit, dass die Porzellanerde von Oberzell bei Passau, welche aus der Zersetzung des Porzellanspathes entsteht und entstanden ist, von Opal, Halbopal, Jaspopal und Chalcedon begleitet wird und dass diese Umwandlnng des Porzellanspathes durch den Kalkgehalt dieses Minerales eingeleitet und befördert wird. Nun besteht der Porzellanspath nach Fuchs aus 49,30 Kieselsäure, 27,90 Thonerde, 14,42 Kalk, 5,46 Natron und 0,90 Wasser, und gleicht demnach einen in der Umwandlung begriffenen Labrador. Es kann also hiernach der Labrador durch Aufnahme von Wasser und allmählige Carbonisirung und Auslaugung seiner alkalischen Monoxyde zuerst in Porzellanspath und dann in Kaolin (Porzellanerde) und amorphe Kieselerdemasse — Opal, Halbopal und Chalcedon — umgewandelt werden. — Was aber hier mit dem Labrador geschehen ist, das geschieht überall mit demselben: Aller verwitternder Labrador

zeigt zuerst einen bald geringeren bald stärkeren Wassergehalt, weiter ein Aufbrausen mit Säuren — (eine Folge der Carbonisirung seiner Kalkerde) — und zuletzt eine weisse kaolinische Verwitterungsrinde, welche anfangs nicht mit Säuren braust, später aber aus denselben Ursachen, wie beim Oligoklas, Kalkcarbonat mechanisch beigemengt erhält und dann auch mit Säuren aufbraust. Ist nun erst eine Labradormasse ganz in Kaolin umgewandelt; dann stellt sie — nach meiner Beobachtung — zuerst eine, Kalkcarbonat und schleimige Kieselsäure haltige, Kaolinmasse dar. Wird nun später dieselbe von Kohlensäure haltigem Wasser durchzogen, dann laugt dieses die genannten beiden Beimengungen zusammen aus, oder es nimmt blos das Kalkcarbonat auf und lässt die Kieselsäure, wenn dieselbe schon sich zu erstarrenden Concretionen zusammengezogen hat, in der Kaolinmasse zurück. Im ersten Falle erscheint dann die Kaolinmasse frei von Kalk und Kiesel, oder sie zeigt sie nur auf Klüften und Spalten in der Form von Calcit und Chalcedon; im zweiten Falle jedoch ist sie zwar frei von Kalk, aber sie umschliesst Knollen und Platten von Opal und Chalcedon, wie es bei Obernzell der Fall ist.

2) Durch die eben mitgetheilten Erfahrungen lässt sich nun auch das so häufige Auftreten von Kalkspath und Chalcedon, ja auch des Edelopales nicht blos in Klüften, Spalten und Blasenräumen, sondern auch selbst in der Masse labradorhaltiger Felsarten und ihrer Tuffe, zumal wenn sie erst im offenbaren Verwitterungszustande sich befinden, erklären. Die Diabase oder Augitgrünsteine und Basalte zeigen dies überall. Eine Beobachtung, welche ich bei den Basalten der Umgegend Eisenachs wiederholt gemacht habe, darf ich hier doch nicht übergehen. Sowohl in dem Basalte der Stopfelskuppe, wie in dem Basaltmandelsteine der Kupfergrube kommen rundkörnige Basaltmassen vor, bei welcher in einen aschgrauen, aus verwitterndem Labrador bestehenden, Grundmasse zahlreiche, hirsen- bis erbsengrosse Kugeln von ganz unverwittertem, augitreichem Basalte liegen, so dass das Ganze einem Rogensteine nicht unähnlich sieht. In den Klüften und Lücken dieser Massen kommt sehr häufig ein zarter Chalcedonüberzug und krystallinischer Kalkspath, aber nie Aragonit vor. In den Spalten und Blasenräumen des ganz verwitterten dichten und amygdaloidischen Basaltes dagegen finden sich Calcite und auch Aragonite zugleich, aber immer so, dass die ersteren die Unterlage von den letzteren bilden. Ich kann mir dieses eigenthümliche Auftreten der beiden Kalkcarbonate nur in folgender Weise erklären: Entweder der Labrador verwittert schneller als der mit ihm verbundene Augit und giebt dann wegen seines grösseren Kalkgehaltes eine weit concentrirtere Kalklösung als der letztere, in Folge dessen er nun auch

aus dem schon bei der Beschreibung des Calcites und Aragonites angegebenen Gründen Kalkspath liefert, während der nur langsam verwitternde und eine nur dünne Kalklösung liefernde Augit Aragonit giebt. Oder: Die aus dem verwitternden Labrador entstandene Kalklösung setzt zuerst während ihres concentrirteren Zustandes Kalkspath, und dann aus der noch übrigen verdünnten Lösung Aragonit ab.

Alle die ebenbeschriebenen Zersetzungen erleidet der Labarador nur dann, wenn Kohlensäure und Sauerstoff haltiges Wasser auf ihn einwirken kann. Anders aber erscheint seine Umwandlung, wenn Wasser allein ihn durchdringt. In diesem Falle wandelt er sich in mehrere Zeolitharten um, so namentlich in den — aus 1 Atom einfach kieselsaurem Kalk, 1 Atom zweidrittelkieselsaurer Thonerde und 3 Atom Wasser bestehenden und sich nur durch seinen Wassergehalt vom Labrador unterscheidenden — Skolecit und in den — aus 1 Atom Kalkbisilicat, 1 Atom Thonerdebisilicat und 4 Atom Wasser bestehenden — Laumontit um. Enthält das so den Labrador hydratisirende Wasser auch etwas Kohlensäure, dann kann er sich auch noch in Mesotyp und Mesolith umwandeln, indem ihm ein Theil seines Kalkes entzogen wird. Das Weitere wird bei der Beschreibung der Zeolithe mitgetheilt werden.

Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass Ad. und W. Knop (Chem.-pharmaceut. Centralblatt. 1851. Octbr. No. 48) in dem Grünsteinschiefer von Harthau bei Chemnitz Pinit in Pseudomorphosen nach Labradorkrystallen gefunden und analysirt haben. Der die Labradorformen ausfüllende Pinit bildet ein Aggregat von dicht zusammengepressten, glimmerartigen Schuppen.

§. 85e. Associationen. Der Labrador steht zunächst im Verbande mit seinen Verwitterungs- und Umwandlungsproducten, also einerseits mit Kaolin, Calcit, Aragonit und amorphem Quarze oder Opal, und andererseits mit verschiedenen Kalk und Natron haltigen Zeolithen, namentlich aber mit Skolecit, Mesotyp, Mesolith, Chabasit und Analcim (vgl. weiter hinten die Beschreibung der Zeolithe); ja man kann behaupten, dass die Labrador haltigen Felsarten der Hauptsitz der bei weitem meisten Zeolithe sind.

Ausser diesen Umwandlungsassociationen erscheint er im Verbande mit dem Oligoklas und Anorthit und dann auch mit Hornblende und deren Umwandlungsgenossen, so mit dem Rubellan und Chlorit, ja auch mit Vesuvian und Granat. Seine treuesten Gefährten jedoch sind wohl wohl stets die augitischen Mineralarten, so namentlich der gemeine Augit und Hypersthen, nebst deren Umwandlungsgenossen: Diallag, Asbest, Delessit, Grünerde und Magneteisenerz. Krystallinischer Quarz, Albit, Orthoklas, Turmalin, Glimmer, nament-

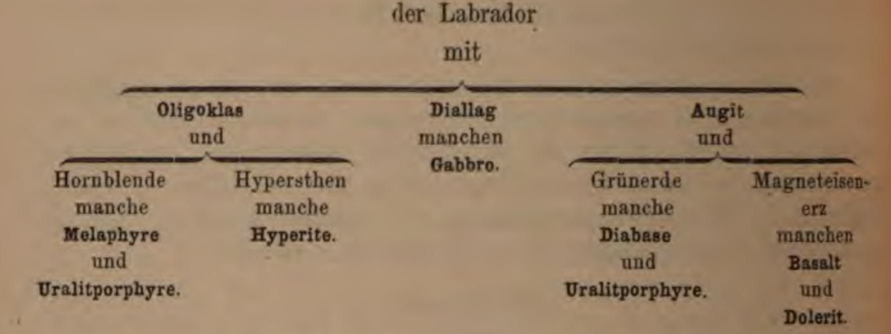
lich Kali- und Lithionglimmer, und Flussspath scheinen ihm dagegen fremd zu sein.

Mit Berücksichtigung dieser Thatsachen lassen sich die Associationen des Labradors unter folgende Uebersicht bringen, zu welcher jedoch zu bemerken ist, dass die Belege für die einzelnen Associationen erst bei der Beschreibung des Anorthites, der Hornblende (§. 108), des Augites (§. 102e), Diallages (§. 106) und Hypersthenes (§. 105) mitgetheilt werden, um die sonst immer wiederkehrenden Wiederholungen zu vermeiden.

Der Labrador
steht
in Associationen

- mit seinen Stammverwandten, also:
  - theils mit feldspathartigen Mineralien: **Oligoklas. Anorthit. Nephelin. Leucit.**
  - theils amphibolischen Mineralarten: **Hornblende. Augit. Diallag. (Hypersthen.) (Uralit.) Olivin.**
- mit den Zersetzungs- und Umwandlungsgenossen:
  - von sich selbst: **Kaolin, Kalkspath, Aragonit, Zeolithen,** namentlich Skolecit, Mesotyp und Analcim, **Opal u. Chalcedon.**
  - von seinen Stammgenossen, also:
    - des Nephelins und Leucites mit **Zeolithen.**
    - der amphibolischen Genossen, also:
      - der **Hornblende:** mit **Strahlstein, Tremolit, Granat, Vesuvian, Chlorit.**
      - des **Augites:** mit **Diopsid, Asbest, Hypersthen, Diallag, Bronzit, Basalthornblende, Uralit,**
  - ausserdem mit den Zersetzungsproducten aller dieser Minerale:
    Rubellan, Delessit, Grünerde, Speckstein, Sphärosiderit, Magneteisenerz, Eisen- u. Magnetkies.

§. 85f. Geologische Bedeutung: Der Labrador bildet für allein zwar nur untergeordnete Lagerstöcke, so namentlich an der Küste von Labrador, auf der St. Paulsinsel, in Ingermannland, aber im Gemenge mit anderen Mineralarten, vorherrschend mit Augitarten, tritt er als wesentlicher Gemengtheil vieler der bedeutsamsten Felsarten, so namentlich der Diabase, Gabbro, Hyperite, Basaltite und überhaupt der jüngeren vulcanischen Felsarten, auf. In dieser Weise bildet also



Auf Gängen und Adern hat man aber, soviel mir wenigstens bekannt ist, den Labrador noch nicht gefunden. Bemerkenswerth aber erscheint es, dass man ihn auch schon als Gemengtheil von Meteoriten beobachtet hat.

Angaben über die Auffindung des Labradors in undeutlich gemengten Felsarten: Es ist schon bei der Beschreibung des Oligoklases angegeben worden, wodurch man in zweifelhaften Felsgemengen den Oligoklas und Labrador unterscheiden kann. Zur Bestätigung des dort mitgetheilten sei hier angeführt, was G. Bischof in der Chem. Geologie Bd. II, S. 630 angiebt: „In einem blos Labrador und thonerdehaltigen Augit besitzenden Gesteine kann die Menge der Kieselsäure 55,75 pCt. nicht übersteigen und nicht unter 47,05 pCt. herabsinken. Sie kann sich jenem Maximum nur dann nähern, wenn der Labrador sehr vorherrschend ist, und sie kann diesem Minimum nur dann nahe kommen, wenn der Augit stark vorherrscht. Wenn dagegen die Kieselsäure jenes Maximum in einem Labrador-Augitgesteine übersteigt, so ist es ein sicheres Zeichen, dass schon eine theilweise Zersetzung eingetreten ist und Basen aus der Mischung dieser Minerale getreten sind, wodurch die Kieselsäure relativ zugenommen hat. Wenn aber die Kieselsäure in einem solchen Gesteine unter 47,05 pCt. herabkommt, dann ist das Gemenge desselben schon mehr zersetzt und Kieselsäure fortgeführt worden, wodurch die Basen relativ zugenommen haben.“ — „Erscheint ein augitisches Gestein wenig verändert, steigt nichts destoweniger sein Kieselsäuregehalt über 55,75 und 57,5 pCt., dann kann man auf die Gegenwart einer anderen Kieselsäure reicheren Feldspathspecies, auf Oligoklas, schliessen“ (a. a. O. S. 633). — „Sinkt endlich in einem augitischen Gesteine die Menge der Kieselsäure unter 47,05 pCt., zeigt es sich gleichwohl wenig oder gar nicht verändert, dann kann man ausser Augit und Labrador noch auf ein oder mehrere andere Mineralarten schliessen, welche weniger Kieselsäure enthalten als diese beiden, z. B. auf Anorthit, welcher nur 44 pCt. Kieselsäure enthält“ (a. a. O. S. 634).

§. 86. 5) **Anorthit.**

[Entlehnt vom griech. ανορθος, schiefwinklig, weil die Spaltungsflächen schief auf einander stehen. — Synom: Biotin, Christianit, Indianit, Lepolith.]

§. 86a. Mineralogische Beschreibung: Triklinische, den Albiten sehr ähnliche, meist an Abstumpfungsflächen sehr reiche, Säulenformen mit vollkommener basischer und brachydiagonaler Spaltbarkeit und muscheligem Bruche; auch derb mit körniger Absonderung. — Härte = 6; spec. Gew. = 2,65—2,76. Vorherrschend farblos, durchsichtig und stark glänzend, auf den Spaltflächen sogar perlmutterglänzend; oder auch weiss, durchscheinend und glasglänzend.

§. 86b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Vor dem Löthrohre schmilzt er leichter als die übrigen Feldspathe und giebt mit Soda ein durchscheinendes Milchglas. — Von concentrirter Salzsäure wird er — bisweilen unter Aufbrausen — vollkommen in der Weise zersetzt, dass sich erst nach einiger Zeit Kieselgallerte abscheidet. (Bisweilen geschieht dies auch nicht.) — Seiner chemischen Zusammensetzung nach erscheint er als eine Verbindung von 1 Atom Kalkerde, 1 Atom Thonerde und 2 Atom Kieselsäure, wonach ihm die Formel $\ddot{\text{Al}}\ddot{\text{Si}} + \dot{\text{Ca}}\ddot{\text{Si}}$ zukommt, welche 43,70 Kieselsäure, 36,44 Thonerde und 19,86 Kalkerde auf 100 Theile verlangt. Indessen wird ein Antheil der Kalkerde in der Regel durch 0,5—1 (selten 5) pCt. Magnesia, 0,5—2,5 pCt. Natron und etwas Kali vertreten. — Er besitzt also hiernach unter allen Feldspathen die geringste Menge Kieselsäure (höchstens 48 pCt.) und die grösste Menge Kalkerde (wenigstens 15 pCt.).

§. 86c. Verwitterung, Associationen und geologische Bedeutung. Am Südrande des nordwestlichen Thüringer Waldes streicht im Gebiete des Granit-Gneisses vom Lustschlosse Altenstein an bis zum Drusethale hin ein 20 Fuss mächtiger Gang porphyrischen Melaphyres. Derselbe enthält in einer grünlich schwarzbraunen, dichten Grundmasse kleine, 3—5 Linien grosse, ganz durchsichtige, farblose, auf den Spaltflächen stark perlmutterig glasglänzende, rhomboïdale Täfelchen, welche sich äusserst schwierig aus der sie einschliessenden Melaphyrmasse trennen lassen, aber mit kochender, concentrirter Salzsäure übergossen unter Abscheidung von etwas Kieselgallerte ganz auflösen und sich demnach ganz wie Anorthit verhalten. Obwohl dieselben in dem ganzen, eben erwähnten, Melaphyrzuge zu finden sind, so treten sie doch am häufigsten und deutlichsten in einem 20 Fuss breiten Bruche an der linken Seite des Drusethales hervor. Dieser Bruch ist überhaupt besonders beachtenswerth; denn der — übrigens sehr deutlich ausgesprochene — Melaphyr desselben enthält ausser dem eben beschriebenen (von mir früher für Labrador gehaltenen), Anorthittäfelchen,

hie und da kleine, aber deutliche Hornblendekrystalle, Titanitkörnchen und Pyritwürfelchen und geht nach seinen beiden Seiten hin allmählig in einen ächten, körnigen Diorit über, welcher aus Kalk, Hornblende und Oligoklas besteht und ebenfalls Anorthit enthält. Melaphyr und Diorit gehen also hier gegenseitig in einander über, wie theils ich auch schon im X. Bde. der geolog. Zeitschrift S. 314 u. f., theils Dr. Roth in den Gesteins-Analysen S. XLIII. gezeigt hat. — Liegt dieser Melaphyr längere Zeit an der Luft, so werden seine Anorthittäfelchen allmählig matt, weiss, trübe und brausen mit Säure auf. Allmählig zerkrümeln sie sich und haben dann alle Eigenschaften des kaolinisirenden Labradors. Regen wäscht endlich die erdige Masse aus ihrer Gesteinsumgebung aus, und ihre ehemalige Melaphyrunterlage erscheint dann mit einer grünlich violett schillernden Grünerdehaut überzogen. Das ist alles, was sich bis jetzt über die Umwandlung des Anorthites sagen lässt. Jedenfalls aber spielt der Anorthit eine wichtigere Rolle bei der Bildung der Felsarten, als man bis jetzt geglaubt hat. Man hat ihn früher nur in alten Auswürflingen des Vesuvs, so namentlich in Drusenräumen des Somma-Dolomites, in denen er mit Augit und Glimmer associirt erscheint, und in den Tuffen und alten Laven des Hekla auf Island kennen gelernt; später aber hat Delesse gezeigt, dass er auch im Verband mit Hornblende im Kugeldiorit von Ajaccio auf Corsica, im Melaphyr von Belfahy, im Diorit bei Pont-Jean unweit St. Maurice in den Vogesen auftritt. Ebenso hat ihn Streng in dem aus Enstatit und Anorthit bestehenden Enstatitfels des Radauberges bei Harzburg und in dem aus Serpentin und Anorthit zusammengesetzten Serpentinfels von der Baste bestimmt nachgewiesen. Und so wird man ihn gewiss noch häufiger in Associationen einerseits mit Hornblende und Oligoklas und andererseits mit Augitarten und Labrador theils in den Dioriten und Melaphyren, theils auch in den Augitporphyren, Doleriten und selbst in den Basalten finden, wenn man ihn nicht mehr mit Oligoklas und Labrador verwechselt, was nicht möglich sein kann, wenn man einerseits sein Verhalten zu Säuren und andererseits das beim Labrador angegebene Verfahren G. Bischoffs berücksichtigt, nach welchem Anorthit haltige Gesteine bei der Analyse höchstens 47,05 pCt. Kieselsäure enthalten.

§. 87. Anhang zur Feldspathgruppe: **Verschlackte Feldspathe.** (Natürliche Gläser, Hyalolithe).

Schlackig oder glasigaussehende, amorphe, spröde, nie in krystallischen Formen auftretende, 60—80 pCt. Kieselsäure haltige, Mineralmassen mit vollkommenen oder unvollkommenen muscheligem Bruche, einer Härte = 5,5—7 und einem

spec. Gew. = 2,1—2,6. — Da man dieselben zum Theil schon künstlich durch Schmelzung von Trachyt und Basalt, also von Sanidin, Oligoklas und Labrador haltigen Felsarten, dargestellt hat, so ist daraus sowohl wie auch aus ihrem chemischen Bestande zu vermuthen, dass wenigstens mehrere von ihnen aus der vulcanischen Zusammenschmelzung verschiedener Feldspatharten mit Kieselsäure entstanden sind. (Aus der Schmelzung von Feldspath allein können sie nicht hervorgegangen sein, da sie weit mehr Kieselsäure enthalten, als selbst der kieselsäurereichste Feldspath, der Orthoklas.) Für die einen von ihnen (Obsidian und Bimsstein) ist dies gewiss, da man sie nur in der nächsten Umgebung der vulcanischen Krater und der Lavaströme antrifft: sie sind also als verglaste oder umgeschmolzene Trachyte und Trachytlaven anzusehen. Für die anderen von ihnen (Perlstein und Pechstein) aber ist diese Bildungsweise nicht so ganz sicher anzunehmen; da sie wasserhaltig sind und zum Theile sogar (— z. B. der Pechstein —) Spuren organischer Materie, ja bei Zwickau gradezu verkohlte Pflanzenüberreste, einschliessen. In ihrer Zusammensetzung gleichen diese zweiten bald dem Trachytporphyr (— so der Perlstein —) bald auch dem Felsitporphyr (— so der Pechstein —). Man möchte sie deshalb für umgewandelte Trachyt- und Felsitporphyre halten, zumal da der Perlstein auch Körner von Obsidian und glasigem Feldspath und der Pechstein Felsitporphyrkugeln in seiner Maese enthält. — Sollten diese beiden Arten vielleicht dadurch entstanden sein, dass Ströme geschmolzener Trachyt- und Felsitporphyre mit Meerwasser in Berührung kamen und durch deren Chlornatrium in ihrer Masse umgewandelt wurden? Der Gehalt an organischer Materie, welche ihnen das Meerwasser lieferte, und die geringen Mengen der Alkalien, deren Masse ihnen das Meerwasser entzog, spricht dafür. Oder sollten sie umgeschmolzene oder gefrittete Tuffe dieser letztgenannten Felsarten sein? — G. Bischof hält sie (Chem. Geologie II. S. 2222) für zersetzte Trachyt- und Felsitporphyre, wofür die in ihnen enthaltenen Ausscheidungen von Hornstein, Jaspis und Opal sprechen. Wie dann aber mit ihrer grossen Härte und ihrem Glanze? —

Obgleich nun die hierher gehörigen Arten eigentlich zu den Felsarten und demnach in die Petrographie gehören, so sollen sie doch der Vollständigkeit des Ganzen wegen hier näher beschrieben werden. (Vgl. hierzu meine Classif. der Felsarten S. 167 u. ff.)

a. Wasserhaltige Hyalolithe.

§. 871) Perlit oder Perlstein: Derbe, spröde, vorherrschend heller oder dunkler graue, oft etwas röthliche oder blauliche, Massen, welche aus runden, hirse- bis erbsengrossen, theils concentrisch schaligen, theils dichten und von krummschaligen Hüllen umschlossenen Körnern bestehen,

mit muscheligem Bruche. Härte = 6; spec. Gew. = 2,2—2,4. Schmelzartig, bisweilen zusammengefritteten Perlenaggregaten nicht unähnlich; an den Kanten durchscheinend. — Im Kolben Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohr schäumend und sich aufblähend, ohne zu Glas zu schmelzen.

Geht man von der Voraussetzung aus, dass der Perlit aus dem Trachyte hervorgegangen ist, dass also in seiner Masse die Umwandlungsproducte eines Gemenges von Sanidin und Quarz, vielleicht auch von Glimmer und Hornblende, enthalten sind, so darf man in ihm keine chemische Zusammensetzung von bestimmter Proportion erwarten. Im Allgemeinen besteht er jedoch aus 70,5—79 pCt. Kieselsäure, 11—15 pCt. Thonerde, 3—7 pCt. Kali und Natron, 0,5—2 pCt. Kalkerde, 1—2 pCt. Eisenoxyd, etwas Magnesia und 3—4,5 Wasser.

Die Masse des Perlites umschliesst oft undeutliche, kleine Krystalle von Sanidin und wird hierdurch porphyrartig (Perlitporphyr), schwarzen Glimmer, gelben Quarz, auch hie und da rothe Granate (z. B. auf Lipari und bei Ofen), Nieren oder Adern und Körner von Halbopal, Jaspis und Obsidian; während seine Körner oft aus Sphärolith bestehen.

Seine Hauptlagerorte befinden sich in der Umgebung trachytischer Berge, so namentlich in Ungarn, wo er nach Beudant Räume von 50 Quadratlieues bedeckt und bis zu 3—400 Meter Höhe steigt; ferner in den Euganeen, auf Lipari, auf Island, Palmarola, in Mexico.

§. 87 2. **Pechstein**: Derbe, dichte bis schlackige, bisweilen pechähnliche und mit schaliger Absonderung versehene, stark fettigglänzende Masse mit unvollkommen muscheligem bis unebenen Bruche und von vorherrschend oliven- bis schwärzlich grüner, oft aber auch braunrother bis gelbbrauner Farbe. Durchscheinend. Härte = 5,5—6; spec. Gewicht = 2,1—2,3. — Im Kölbchen 9—10 pCt. Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohre in dünnen Splittern erst weiss und trübe werdend, dann ruhig und leicht zu schaumigem Glase oder weisslichem Email schmelzend. — Von Säuren nicht angreifbar.

Wie der Perlit, so kann auch der Pechstein keine auf eine bestimmte chemische Formel zurückführbare Zusammensetzung haben. Vielmehr nähert er sich in seinem Gehalte den Felsitporphyren, wenn man sich deren feldspathige Grundmasse recht reich an beigemischter Kieselsäure denkt. Im Allgemeinen besteht er hiernach aus 62,5—74,0 pCt. Kieselsäure, 11—16 pCt. Thonerde, 2—6 pCt. Natron, 1—3 pCt. Kali, 1—6 pCt. Eisenoxyd, 4,7—9,5 Wasser und geringen Mengen von Kalkerde und Magnesia. Nach Scheerer enthalten im Allgemeinen die sächsischen Pechsteine 73 Kieselerde, 12 Thonerde, 6 Wasser und 9 Procent $\dot{R}$ (= Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul); so dass sie sich auf die Formel: $10\,\ddot{Si} + \dddot{Al} + \dot{R} + 3\,\dot{H}$ zurückführen lassen. — Bemerkenswerth erscheint es

noch, dass das Wasser, welches man beim Erhitzen erhält, oft ammoniakhaltig ist, und dass manche Pechsteine ein bituminöses Destillat geben.

In der Masse des Pechsteins liegen oft Krystalle von glasigem Feldspath, wodurch er porphyrisch wird (Pechsteinporphyr), auch Glimmer, Quarz, Hornblende, ja auch Bruchstücke von Felsitporphyr (Neudörfel bei Zwickau), von Gneiss und Glimmerschiefer (bei Braunsdorf) und selbst von verkohlten Pflanzenresten (Planitz bei Zwickau). Sein Hauptlagergebiet befindet sich im Gebiete des Porphyrs und Rothliegenden, so namentlich in der Umgebung Meissens in Sachsen; ausserdem auch im Trachytgebiete Ungarns, der Euganeen und der Auvergne. In diesen Gebieten tritt er theils für sich allein, theils in Gesellschaft des Perlit, in welchen er auch Uebergänge wahrnehmen lässt, auf.

b. Wasserlose Hyalolithe.

§. 873. **Obsidian.** (Marekanit z. Th. Pseudochrysolith oder Bouteillenstein.) Derbe, bald dichte bald blasige, schwarzen oder grünen Schlacken und Gläsern oft sehr ähnliche, Masse mit vollkommen muscheligem Bruche, schneidend scharfkantigen Bruchstücken, starkem Glasglanze und vorherrschend sammetschwarzer oder brauner, seltener grauer oder grüner Farbe. — Spröde. Härte = 6—7; spec. Gew. = 2,41—2,57. Durchsichtig bis undurchsichtig. — Der graue Obsidian schmilzt leicht unter starkem Aufblähen zu schaumigem Glase; der braune dagegen fliesst ruhig zu weissem Schmelze. Lässt man durch den roth glühenden Schmelz von Alkalien reichen künstlichen Glasflüssen heisse Wasserdämpfe streichen, so blähen sie sich auf und bilden beim plötzlichen Erstarren eine schaumige, aus haarförmigen Fasern zusammengesetzte, den Bimssteinen ähnliche Masse. Ganz dasselbe hat man auch bei alkalienreichen Obsidianen beobachtet, wenn man ganze Stücken derselben bis zu einem gewissen Punkte erhitzte; wurden sie aber über diesen Punkt hinaus erhitzt, so schmolzen sie zu dunkelgrünen Gläsern. Man hat aus diesen Erscheinungen den Schluss gezogen, dass auf diese Weise aus dem Obsidian der Bimsstein entsteht.

Die **chemische Zusammensetzung** des Obsidians ist äusserst verschieden, wie sich auch erwarten lässt, da er aus der Umschmelzung von Gesteinsarten entsteht, welche oft aus den verschiedenartigsten Mineralien, — Feldspath, Hornblende, Augit, Olivin, Magneteisen, Salmiak etc. — zusammengesetzt sind; jedoch hat man durch die Berechnung der Sauerstoffverhältnisse im chemischen Bestande der Obsidiane gefunden, **dass unter den Feldspathen namentlich der Oligoklas das Material zu ihrer Bildung gegeben hat.** In der That bestehen auch manche Obsidiane, so vorzüglich die von Teneriffa, fast nur aus Oligoklas und enthalten denselben auch ausgeschieden in ihrer Masse. — Im Allgemeinen kann man indessen 60—80 pCt. Kieselsäure, 6—19 pCt. Thonerde, 2—

10 pCt. Eisenoxyd, 3—8 pCt. Natron und Kali für den Bestand der Obsidiane beanspruchen. Ausserdem hat man auch oft Chlor (als Bestandtheil des Chlornatriums und Salmiakes) und hygroscopisches Wasser in ihnen gefunden, was nicht befremden kann, wenn man bedenkt, dass wohl alle Laven der Vulcane unter dem Einflusse von Meerwasser entstehen.

Der Obsidian schliesst häufig Krystalle von Oligoklassanidin ein und wird dadurch porphyrartig (z. B. bei Dülln unweit Schemnitz, am Hekla), auch Trümmer von Trachyt und Perlit (Lipari und Anden von Quito), selten Glimmer und Quarz. — Auch zeigt er mannichfache Uebergänge in Perlit, Pechstein, Bimsstein und in trachytische Laven.

Seine Hauptlagerorte befinden sich stets in der Umgebung trachytischer Vulcane. Daselbst bildet er theils für sich allein, theils in Gesellschaft von Bimsstein und anderen Laven Ströme und auch wohl Lager und Gänge in den Klüften des Trachytes. Bekannt sind die Obsidiane von Island, Teneriffa, Lipari, Milo, Sandorin, Ungarn (Eperis, Tokay etc.), Sibirien (Ochotzk im Marekanischen Gebirge) u. s. w.

Als Abarten sind zu betrachten der Marekanit von Ochotzk, welcher in runden, durchsichtigen Körnern auftritt, und der Bouteillenstein von Moldaustein in Böhmen, ein grüner, durchsichtiger, meist flachkugeliger Obsidian. Ebenso ist eigentlich nur eine Obsidianart:

§. 874. der Bimsstein (Pumit, Filamenteuse): Schwammig oder schaumig-blasige, höchst poröse, glasige Steinmasse, welche eigentlich aus lauter bald parallellaufenden, bald durch einander verfilzten, glasigen Fasern besteht, mit kleinmuscheligem ins Erdige verlaufendem Bruche, glasig-seidenartigem Glanze und perlgrauer oder weisser, bisweilen auch grünlicher, gelblicher oder schwärzlicher Farbe. — Vor dem Löthrohre in hohen Hitzegraden zu einem weissen Email oder schaumigen Glase schmelzend. Säure fast ohne Wirkung. — (Spec. Gew. = 2,4 – 2,5.)

In seinem chemischen Gehalte dem Obsidian sehr nahe stehend und 60—70 pCt. Kieselsäure, 14—18 Thonerde, 4—5 pCt. Eisenoxydul, 5—10 pCt. Natron und kleine Mengen von Kali, Kalkerde, Magnesia und Chlor (mit hygroscopischem Wasser) enthaltend.

Dass der Bimsstein aus dem Obsidiane hervorgehen kann, ist bei der Beschreibung des letzteren schon erwähnt worden; dass er aber auch — und vorzüglich — aus der Umwandlung von trachytischen Laven und blasigem Trachyte hervorgeht, das zeigt nicht nur seine den Trachyten sehr ähnliche chemische Zusammensetsung, sondern auch sein sehr häufiges Zusammenvorkommen mit dem letzteren. Das Interessante hierbei aber ist, dass er alsdann nicht nur als ein Umschmelzungproduct, sondern auch als ein Verwitterungsproduct der trachytischen Massen auftritt, wie man unter anderem nach Nöggerath (Geb. von Rheinland etc. Bd. I. S. 130) an den bimssteinartigen Trachyttrümmern

im Trachytconglomerate des Siebengebirges und nach von Dechen am Laacher See gut beobachten kann.

Der Bimsstein umschliesst mancherlei Bruchstücke von Felsarten, so von Basalt; Trachyt, verglastem Thonschiefer u. s. w., aber auch manche krystallische Minerale, so Sanidin (Teneriffa), Glimmer (z. B. am Puy de Dome), Augit und Leucit (Borghetto), Melanit (z. B. bei Castigliona), Hornblende, Titaneisen, Hauyn oder Nosean (z. B. am Laacher See u. a. O. am Rhein, vgl. hierzu: von Dechen: Geognostischer Führer zum Laacher See. S. 105 u. f.).

Die Hauptablagerungsorte des Bimssteins finden sich wie die des Obsidians in der nächsten Umgebung theils noch auswerfender, theils schon erloschener Trachytvulcane. Er bildet daselbst Ströme oder bindungslose Auswürflinge. Interessant ist in dieser Beziehung die eben erwähnte Umgebung des Laacher See'es am Rhein, (zumal wenn man sie mit Hülfe von v. Dechens schon genanntem „Geognostischen Eührer" untersucht.)

III. Gruppe: Leucite.

§. 88. Allgemeiner Charakter: Feldspathartige, im frischen Zustande wasserlose, vorherrschend weisse oder grauliche, seltener grünlich, bläulich oder röthlich gefärbte Silicate, welche eine Härte = 5,5—6; ein spec. Gew. = 2,45—2,64 besitzen, mit Kobaltsolution erhitzt sich bläuen, von Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte oder Kieselpulver vollständig gelöst werden und eine den Feldspathen mehr oder weniger ähnliche Zusammensetzung haben.

Die hierher gehörigen Mineralarten krystallisiren theils im tesseralen, theils im hexagonalen Systeme; erscheinen vorherrschend in den jüngeren und jüngsten vulcanischen Gesteinen, — so namentlich im Basalte, Dolerite, Phonolithe und in Laven —, theils als wesentliche theils als unwesentliche Gemengtheile, selten in älteren Felsarten (wie im Syenit und Miascit) und können sich, ähnlich den Feldspathen, theils in Kaolin, theils in Zeolithe, ja sogar in Feldspathe umwandeln. Im Allgemeinen zeichnen sie sich vorzüglich durch die Leichtigkeit aus, mit welcher sie Wasser aufnehmen und sich in wasserhaltige Silicate, so namentlich in Zeolithe, umwandeln können. — Unter den mit ihnen associirten Mineralien herrschen daher auch einerseits zeolithische und feldspathige Mineralien als ihre Umwandlungsverwandte und andererseits amphibolitische Mineralien, vorzüglich Augite, als ihre Stammverwandte vor.

Beschreibung der einzelnen Arten.

§. 89. 1) Leucit.

[Von λευκος, weiss, wegen der vorherrschenden Farbe; Synon: Weisser Granat; — Amphigène Hauy; — Leucite, Phill.]

§. 89a. Mineralogische Beschreibung: Tesserale Gestalten, bis jetzt nur als vollständig ausgebildete, eingewachsene, Ikositetraëder (daher auch Leucitoëder genannt) bekannt; ausserdem auch in krystallischen Körnern und körnigen Aggregaten. Die Krystalle oft sehr klein, bisweilen aber auch 1—2 Zoll im Durchmesser; häufig einen Augit- oder Lavakern umschliessend; höchst unvollkommen spaltbar in der Richtung der Würfelflächen. Der Bruch muschelig. — Härte = 5,5—6; spec. Gew. = 2,45—2,50. — Graulichweiss, oft ins Gelbliche und Röthliche, oder auch aschgrau; äusserlich glas-, auf den Bruchflächen aber fettig glänzend; halbdurchsichtig bis nur an den Kanten durchscheinend.

§. 89b. Chemisches Verhalten und Bestand. — Vor dem Löthrohre erscheint der Leucit ganz unschmelzbar; im Knallgasgebläse dagegen schmilzt er nach Rammelsderg zu einem klaren Glase. — Durch Salzsäure wird er zwar langsam, aber vollständig unter Abscheidung von Kieselpulver zersetzt.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach muss er als eine Verbindung von 1 Atom Kali, 1 Atom Thonerde und 4 Atom Kieselsäure, oder von 1 Atom Kalibisilicat und 1 Atom Thonerdebisilicat betrachtet werden, wonach ihm die Formel $\ddot{A}l\ddot{S}i^3 + \dot{K}\ddot{S}i$ zukommt, welcher gemäss er in 100 Theilen 55,58 Kieselsäure (= 4 Atom), 23,16 Thonerde (= 1 Atom) und 21,26 Kali (= 1 Atom) enthält. Am meisten entsprechen dieser Zusammensetzung die von Klaproth und Arfvedson analysirten Leucite aus der alten Lava von Albano bei Rom, von Pompeji und vom Vesuv (vgl. Rammelsbergs Mineralchemie S. 645). In der Regel aber wird das Kali — ähnlich wie bei dem Orthoklas — durch etwas (0,5—4, selten bis 6 pCt.) Natron ersetzt; bisweilen finden sich auch Spuren von Kalkerde, Eisenoxyd und Chlor in ihm. Alles dies scheint namentlich bei den Leuciten aus den jüngeren Lavagesteinen der Fall zu sein. — Im Allgemeinen steht demnach der Leucit in seiner Zusammensetzung dem Orthoklas sehr nahe; denn seine Masse enthält wie dieser letztere 1 Atom Kali und 1 Atom Thonerde, aber 2 Atom Kieselsäure weniger. Man könnte ihn darum einen Kieselsäure armen Orthoklas nennen, welcher sich durch Aufnahme von 2 Atomen Kieselsäure oder vielmehr durch Ausscheidung von ½ Kali-Aluminat in Orthoklas umwandeln kann, wie dies auch wirklich in der Natur vorkommt. Wenigstens hat Blum (in seinem II. Nachtrage zu den Pseudom. S. 23) und auch Scacchi Leucitkrystalle aus allen Laven beobachtet, deren Inneres aus kleinen, wasserhellen, krystallinischen Körnchen glasigen Feldspathes besteht. (Vgl. indessen unten die Umwandlungen des Leucites.)

§. 89c. Verwitterung und Umwandlung des Leucites. — Blum beschreibt in den Pseudomorphosen (S. 89) Leucitkrystalle, welche aus concentrischen Lagen einer leicht zerreiblichen, kaolinähnlichen Erdmasse bestehen und einen durchsichtigen glänzenden Kern umschliessen.

welcher genau die Gestalt des vollständigen Krystalles hat. Es sind demnach diese Krystalle, welche bei Frascati, Albano und Rom vorkommen, nichts weiter als Pseudomorphosen von Kaolin nach Leucit, welche durch eine ganz allmählig von Aussen nach Innen vorschreitende Verwitterung des letztgenannten Minerales entstanden sind. Rammelsberg hat in seiner Mineralchemie (S. 647) ähnliche Krystalle von der Rocca Monfina, welche ebenfalls aus einer zerreiblichen, mit vielen harten Steinkörnern untermengten, kaolinartigen Masse bestanden, in der Weise analysirt, dass er die kaolinische Masse durch Schlämmen von ihren Mineralkörnern trennte und nun sowohl die Kaolinmasse, wie die Steinkörner — jedes für sich — untersuchte. Hierbei fand er

	für die Steinkörner:	für die Kaolinmasse:
Kieselsäure	53,32	53,39
Thonerde	26,25	25,07
Natron	8,76	11,94
Kali	1,98	0,64
Kalk	0,66	0,28
Wasser	9,03	9,26
	100	100,58

Es hat demnach die Leucitmasse nach und nach bis 10 pCt. Wasser in sich aufgenommen, in Folge davon zwar bedeutend von ihrem Kaligehalt verloren, aber dafür Natron-Aluminat (?) erhalten, so dass sich die vermeintliche Kaolinmasse sowohl, wie auch die ihr beigemischte harte Mineralmasse in ihrer Zusammensetzung dem Analcime sehr nähert, wofür sie auch Sandberger anfangs hielt, bis Blum und G. Rose sie für in Verwitterung begriffenen Leucit erklärten.

Sowohl diese, wie auch die von Blum mitgetheilten Erscheinungen zeigen, dass der Leucit, ähnlich den eigentlichen Feldspathen, durch Aufnahme von Wasser und Abgabe von seinen kieselsauren Alkalien kaolinisirt; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass derselbe bei fortschreitender Verwitterung eben so gut in wahren Kaolin umgewandelt wird, wie sein Verwandter, der Orthoklas.

Ausser dieser durch den Verwitterungsprocess herbeigeführten Zersetzung des Leucites in Kaolinsubstanz ist aber auch eine schon oben bei der Angabe des chemischen Bestandes erwähnte Umwandlung des Leucites in Orthoklas mit Beibehaltung seiner ihm eigenthümlichen Krystallform bekannt. Diese merkwürdige, von Scacchi, Haidinger und Blum beobachtete Pseudomorphose hat nach Rammelsberg ein spec. Gewicht = 2.552—2,566 und enthält in ihrer Masse 40,83—45,29 pCt. durch Salzsäure zersetzbarer

Theile und 59,14—55 pCt. unzersetzbarer Theile. Die zersetzbaren Theile derselben bestehen aus:

18,39—24,00 Kieselsäure,
12,11—12,47 Thonerde,
4,10— 2,86 Kali,
5,50— 5,25 Natron,
0,56— 0,71 Kalk,
0,17— 0,00 Magnesia.
also: 40,83—45,29.

Die in Salzsäure unzersetzbaren Theile dieser Masse dagegen enthalten:

34,78—39,91 Kieselsäure,
11,58—11,69 Thonerde,
8,64— 6,84 Kali,
Spur — 0,30 Natron,
0,00— 0,40 Kalkerde.
also: 55,00—59,14.

In dem zersetzbaren Antheile der oben genannten Leucit-Pseudomorphose ist nun weiter nach Rammelsberg das Sauerstoffverhältniss von $\dot{R} : \ddot{Al} : \ddot{Si}$ nahe 1 : 3 : 4,5, also gerade wie beim Nephelin; in dem unzersetzbaren Antheile dagegen ist dieses Sauerstoffverhältniss = 1 : 3 : 12, also gerade wie beim glasigen Feldspathe. Hieraus sowohl, wie auch aus der relativen Menge beider Alkalien folgt nun, dass der zersetzbare Theil dieses Leucites aus Nephelin, der unzersetzbare aber aus glasigem Feldspathe; die ganze Leucitmasse in der genannten Pseudomorphose also aus einem Gemenge von (etwa 40 pCt.) Nephelin und (60 pCt.) glasigem Feldspathe besteht, was auch durch das spec. Gewicht derselben, welches = 2,56, also gleich dem des Nephelins und auch dem des glasigen Feldspathes ist, und durch G. Rose, welcher beide Minerale in erkennbaren Krystallen in der Leucitpseudomorphose beobachtet hat, bestätigt wird.

Rammelsberg fügt nun (S. 649) noch zu dieser Erklärung hinzu, dass, wenn es nach Abich einen natronreichen Leucit giebt, diese Pseudomorphose als eine Spaltung des Leucites in Nephelin und Feldspath zu betrachten sei, aus ihm entstanden ohne Abscheidung oder Hinzutritt eines Bestandtheiles.

Dass Naumann aber auch den Leucit in Oligoklas umgewandelt bei Oberwiesenthal gefunden hat, ist beim Oligoklas (§. 84 d) schon angegeben worden.

§. 89d. Associationen und geologische Bedeutung: Der Leucit erscheint vorherrschend in den älteren Laven des Vesuvs, des Aetnas und Albaner Gebirges eingewachsen; jedoch ist er auch in den Laven jüngerer und jüngster Eruptionen häufig zu finden. Ausserdem zeigt er

sich auch oft in den mit Phonolithen im Verbande stehenden Tuffen der Umgegend von Rieden und Bell am Laacher See (so nach v. Dechen [a. a. O. S. 136 ff.] am Gänsehals, Sommerberg, Burgberg, Selberg etc.) in grosser Menge; ferner auch im Dolerite am Kaiserstuhl im Breisgau (so namentlich am Eichenberg bei Rothweil); endlich im vulcanischen Sande des Vesuvs und der Albaner Berge. In allen diesen Vorkommnissen bemerkt man den Leucit immer ziemlich mit einen und denselben Mineralarten, nemlich entweder mit glasigem Feldspath (Oligoklas), Nephelin, Nosean, Sodalith, Hauyn, Zeolithen, und auch wohl Labrador oder mit Melanit, Magnesiaglimmer, Hornblende, Magneteisenerz und vor allen und fast in allen Fällen mit Augit. Dieser ist demnach sein treuester Begleiter; mit ihm bildet er sogar in bald deutlichem, bald undeutlichem Gemenge die Leucitlava oder den Leucitophyr und den Leucittuff, Gesteine, welche sowohl in den Gebieten der italischen Vulcanenberge, — so namentlich an dem durch seine grossen Leucitkrystalle berühmt gewordenen Vulcane von Roccamonfina im Albanergebirge — wie auch in der schon genannten Gegend von Ried am Laacher See auftreten. Ja sehr häufig bildet der Augit (bisweilen aber auch Hauyn oder glasiger Feldspath) den Kern, um welchen herum der Leucitkrystall sich abgesetzt hat.

Ordnet man diese ebenerwähnten Associirten je nach ihrem Gehalte an alkalischen Basen, so bekommt man zwei Reihen derselben, deren erste lauter alkalienreiche und kalkarme, die andere aber lauter alkalienarme, aber kalk- oder magnesiareiche Silicate umfasst. Hiernach erscheint

der Leucit
in Association
mit

alkalienreichen Silicaten, also	alkalienarmen Silicaten, also
glasigem Feldspath (6—12 $\dot{K}$ u. 3—7 $\dot{Na}$)	Labrador (9—12 $\dot{Ca}$)
Hauyn (16 $\dot{Na}$ u. 10 $\dot{Ca}$)	Melanit (32—30 $\dot{Ca}$)
Nosean (25 $\dot{Na}$ u. 1—2 $\dot{Ca}$)	Magnesiaglimmer (18—20 $\dot{Mg}$, 8 $\dot{K}$)
Sodalith (25 $\dot{Na}$)	Hornblende (10—14 $\dot{Mg}$, 12 $\dot{Ca}$)
Nephelin (16 $\dot{Na}$ u. 6 $\dot{K}$)	Augit (21—24 $\dot{Ca}$, 3—12 $\dot{Mg}$)
Natrolith (16 $\dot{Na}$)	
[seltener Labrador (3—6 $\dot{Na}$)]	
Diese Associirten sind ihm Stoff- und wohl meist auch Umwandlungsverwandte.	Unter diesen Associirten erscheint der Augit als sein Stammverwandter, die andern sind — mit Ausnahme des Labradors — Umwandlungsverwandte des Augites (ebenso wie das Magneteisenerz).

Schon beim ersten Blicke auf diese Associationsreihen muss einerseits der Reichthum an Kalk oder Magnesia in den Mineralien der zweiten Reihe und der Reichthum an Natron in den Mineralien der ersten Reihe, zugleich aber auch der Gehalt von schwefelsaurem Natron in Nosean, von schwefel-

saurer Kalkerde in Hauyn und vom Chlornatrium im Sodalith auffallen. Da nun der Leucit ebenfalls sehr alkalienreich, namentlich reich an Kali ist und auch in einzelnen Fällen Natron und Chlor zeigt, so möchte man daraus folgern, dass zu seiner Bildung zunächst eine Alkalien- und Thonerde reiche Mutterlösung gehört und er folglich auch nur in alkalienreichen Laven vorkommen muss, sodann die Mitwirkung des Meerwassers zu zählen ist, da dieses ihm und seinen Stoffverwandten am ersten Natron, sei es nun mit Chlor oder mit Schwefelsäure verbunden, liefern kann. Da er ferner fast stets einen Kern von Augit, glasigem Feldspath (Oligoklas), Hauyn oder auch geradezu von Lava — also vorherrschend von einem Kalk oder Magnesia haltigen Minerale — umschliesst, während er selbst arm an diesen beiden Bestandtheilen ist, so kann man daraus wieder folgern, dass er zunächst später als diese von ihm eingeschlossenen Minerale, sodann nicht durch Auslaugung oder Umwandlung dieser letztgenannten Minerale, sondern aus Stoffen entstanden ist, welche erst später in die schon vorhandene Lavamasse eingedrungen sind, jedoch schon zu einer Zeit, in welcher die Lavamasse noch weich, nachgiebig und durchdringbar war; (denn wäre sie das nicht gewesen, so hätten sich die Leucitkrystalle nicht vollständig nach allen ihren Seiten hin ausbilden können). Alles dieses kann nun entweder geschehen sein an der Lava eines unterseeischen Vulcanes (— und dafür scheint die Beobachtung Pillas [im Jahrb. der Mineralog. 1846, S. 342] zu sprechen, nach welcher an den grossen Leucitkrystallen von Roccamonfina kleine Serpulae und zugleich Sandkörnchen ähnlich denen sitzen, die so häufig den Muscheln ansitzen, welche man aus Sandbänken entnimmt —) oder an der im Innern eines Kraterschlundes vorhandenen, erst im Erstarren begriffenen und noch teigigen, Lava, sobald dieselbe von Regenwasser durchdrungen wird, welches die an den Wänden des oberen Kraters befindlichen Krusten von Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsauren Natron und schwefelsauren Kalk in sich aufgelöst enthält.

Ich muss gestehen, dass ich mehr für diese letztgenannte Ansicht bin, da sich hierdurch der ganze Bildungsprocess des Leucites leichter erklären lässt. Denkt man sich nun weiter, dass dieser Leucitlavakeil durch eine spätere Eruption aus dem Kraterschlunde, zu Blöcken und Sand zertrümmert, emporgeschleudert wird, so hat man auch eine Erklärung dafür, dass namentlich der vulcanische Sand oft so reich an Leuciten ist. Man kann sich aber auch denken, dass die ganze Eruptionsmasse durch spätere Erdbeben wieder unter Wasser versenkt wurde; dann konnten sich auch Serpula-Arten, — welche sich ja überall an Gesteinsflächen, sobald dieselben nur irgend eine Unebenheit oder eine Ritze zeigen, ansetzen —, an den Leuciten niederlassen. Gegen eine unterseeische Bildung des Leucites spricht die durch Einfluss des kalten Meerwassers zu plötzlich und rasch erfolgende Erhärtung der Lava-

massen, welche eine freie Bewegung der sich mit einander verbinden wollenden Mineraltheile und folglich auch die vollständige Entwickelung von Krystallen hemmt.

Mehr über die Bildungsweise des Leucites findet man in dem lehrreichen Capitel: „Leucite" von G. Bischofs chem. Geol. Bd. II, namentlich von S. 2279 an; dann in der sehr lesenswerthen Abhandlung L. v. Buchs in Gilberts Annalen Bd. VI, S. 53 u. ff.; endlich in Pilla's: Theorie der Erhebungskrater im Jahrb. der Min. 1845 von S. 843 an, oder in Pilla's: Mineralien am Vesuv und an der Roccamonfina im Jahrb. der Min. 1846, S. 341.

§. 90. 2. Nephelin (Eläolith).

[Abgeleitet von νεφελη, Nebel, weil die mit Säuren benetzten Krystalle trübe werden. — Verwandte: **Eläolith**, Davyn, Gieseckit und Siebenerit.]

§. 90a. Mineralogische Beschreibung: Hexagonale, meist kleine, n- oder aufgewachsene, vorherrschend in sechsseitigen, oft an en Kanten der beiden Endflächen abgestumpften Säulen auf- etende, Gestalten, welche beim Zerschlagen in den sie einschliessenden esteinen entweder eine sechsseitige (⬡) oder rechteckige Fläche wahr- hmen lassen; auch derb in grosskörnigen Aggregaten. Ihre Spaltbarkeit der Richtung sowohl der Prismen, wie der basischen Fläche unvoll- mmen; der Bruch muschelig bis uneben. — Härte = 5,5—6; spec. Gew.: = 2,58—2,64. — Als eigentlicher Nephelin farblos und weiss, fast rchsichtig; als Eläolith vorherrschend grünlichgrau, grün in ver- hiedenen Nüancen, bläulich, grau in's Gelbliche und Röthliche bis fleisch- th und fast undurchsichtig. Aeusserlich glasglänzend; im Bruche aber ark fettglänzend.

§. 90b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung: Der gentliche Nephelin schmilzt vor dem Löthrohre nur schwer; der Eläolith er ziemlich leicht zu blasigem Glase. Farblose und klare Splitter desselben erden durch Salpetersäure trübe. Von Salzsäure wird er vollkommen und ter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzt.

Der Nephelin besteht nach Rammelsberg und Scheerer aus 4 Atom atron und Kali, 4 Atom Thonerde und 9 Atom Kieselsäure und erfordert mnach die Formel $2\,\ddot{\text{Al}}^2\,\ddot{\text{Si}}^3 + \dot{\text{R}}^4\,\ddot{\text{Si}}^3$, in welcher $\dot{\text{R}}$ vorherrschend aus $\dot{\text{Na}} + \frac{1}{5}\,\dot{\text{K}}$ besteht, so dass man auch $\left.\begin{matrix}\frac{4}{5}\,\dot{\text{Na}}\\ \frac{1}{5}\,\dot{\text{K}}\end{matrix}\right\}^4\,\ddot{\text{Si}}^3$ in obiger Formel statt $^4\,\ddot{\text{Si}}^3$ setzen kann. Hiernach enthält also der Nephelin in 100 Theilen ł,74 Kieselsäure (= 9 At.), 33,16 Thonerde (= 4 At.), 16,01 Natron = $\frac{16}{5}$ At.) und 6,09 Kali (= $\frac{4}{5}$ At.) Ausserdem finden sich in seiner

Masse noch unbedeutende Mengen Kalkerde (höchstens 3,5 pCt.), Eisenoxyd und bisweilen auch von Magnesia. Auch hat Bromeis Spuren von Chlor und Scheerer etwas Schwefelsäure im Nephelin gefunden. — Endlich enthält er oft auch mechanisch angesogenes Wasser.

§. 90c. Verwitterung und Umwandlungen. Ueber die Verwitterung des Nephelins lässt sich vorerst noch nicht viel sagen, jedoch scheint dieselbe Kaolin zu produciren; dafür spricht wenigstens die weisse kaolinartige Verwitterungsrinde, welche an mir vorliegenden Exemplaren des Nephelindolerites vom Katzenduckel im Odenwalde zu bemerken ist und etwas kohlensauren Kalk (vielleicht von dem verwitternden Augite dieses Gesteines herrührend) enthält. Eine ganz ähnliche, abreibliche Rinde, welche sich aber fast wie sogenannter Mehlzeolith verhält, zeigt sich an dem Nephelinfels bei Löbau in der Oberlausitz.

Mehr weiss man von der Umwandlung des Nephelins in andere Mineralien, so namentlich in Davyn, Liebenerit, Gieseckit und Natrolith. Vielleicht ist selbst der Eläolith schon als ein veränderter Nephelin zu betrachten, da er mehr Wasser enthält als dieser und bisweilen auch mit Säuren braust. — Diese Umwandlungen beginnen wie gewöhnlich mit der Aufnahme von Wasser und Kohlensäure, in Folge dessen Natron ausgeschieden und dafür oft Kali oder auch Kalkerde und Magnesia aufgenommen wird.

1) Am gewöhnlichsten erscheint in dieser Weise der Nephelin oder Eläolith in Natrolith (z. B. bei Stavern in Norwegen und im Phonolith bei Gönnersbol) umgewandelt, so dass er nach Blum (II. Nachtrag zu d. Pseudom. S. 132) wirkliche Pseudomorphosen nach dem letzteren bildet. Es ist dies um so bemerkenswerther, da sowohl der Nephelin wie der Natrolith einen Gemengtheil des Phonolithes bildet. Höchst wahrscheinlich ist in diesem Gesteine, so lange es ganz frisch ist, nur Nephelin vorhanden. Bei dieser Umwandlung muss ein Theil der Thonerde und des Eisenoxydes, sowie fast alles Kali ausgeschieden, dagegen Wasser aufgenommen werden.

2) Ferner ist der Davyn, — ein in sechsseitigen Säulen in der Lava des Vesuvs und in den Auswürflingen des Monte Somma auftretendes, weisses oder farbloses, oft sehr weiches Mineral, welches in seinem Bestande dem Nephelin nahe steht, aber 13 pCt. kohlensauren Kalk und 2 pCt. Wasser aufgenommen hat und von Oxalsäure unter Abscheidung von Kalk aufgelöst wird, — nach Rammelsberg und G. Rose ein umgewandelter Nephelin.

3) Ferner sind der Gieseckit und der Liebenerit, — beide in sechsseitigen, unreingrünen Säulen auftretende, pinitartige Mineralien, von denen das erste in Porphyrgeschieben von Grönland, das zweite in einem Felsitporphyr in Tyrol (am Monte Viesena im Fleimser Thale)

vorkommt, Pseudomorphosen nach Nephelin, von denen die erste (der Gieseckit) nach *Blum* (II. Nachtrag S. 131) *ein Eläolith ist, welcher begonnen hat, sich in Glimmer umzuwandeln,* indem aus der Masse des Elaeolithes Natron ausgeschieden und dafür in dieselbe Magnesia und Eisenoxydul aufgenommen wurde.

4) Endlich soll aber auch nach *Naumann* (Mineral. S. 309) der Nephelin bisweilen in *Pseudomorphosen nach Meionit* vorkommen. Da der Meionit aus 44,7 Kieselsäure, 32 Thonerde und 23,3 Kalkerde besteht, so müsste in dem Nephelin der ganze Alkaliengehalt durch Kalk verdrängt und ersetzt werden.

§. 90d. *Associationen und geologische Bedeutung.* Wie der Leucit, so tritt auch der Nephelin hauptsächlich in den älteren Laven und basaltischen Gesteinen auf. In den alten Leucitlaven der Gegend von Rom — z. B. am Capo di Bove — zeigt er sich hauptsächlich auf Klüften und Spalten theils allein, theils in Verbindung mit Augit. In der Gruppe der basaltischen Gesteine erscheint er sogar als wesentlicher Gemengtheil mancher Basalte selbst und besonders des aus Nephelin, Augit und Magneteisenerz bestehenden *Nephelindolerites*, welcher namentlich am Katzenbuckel im Odenwalde, bei Meiches in Hessen, bei Löbau in der Lausitz und in der Umgegend von Aussig in Böhmen auftritt (vgl. meine Classification der Felsarten S. 286). Ebenso bildet er in manchen — vielleicht in allen — Phonolithen (z. B. in den böhmischen) theils für sich allein, theils in Gesellschaft von Natrolith einen wesentlichen Gemengtheil. Endlich setzt der Eläolith im Verbande mit Oligoklas und Magnesiaglimmer den *Miascit* des Ilmengebirges und im Verbande mit Oligoklas, Hornblende und Zirkon, manchen *Zirkonsyenit* Norwegens und Sibiriens zusammen. In diesen Verbindungen erscheint er also hauptsächlich mit folgenden Mineralien associirt:

Im

Leucitophyr	**Nephelindolerit** und **Nephelinbasalt**	**Phonolith**	**Miascit** und **Syenit**
mit	mit	mit	mit
Leucit und Augit	Augit u. Magneteisen	Sanidin u. Oligoklas	Oligoklas, Zirkon, Glimmer und Hornblende.

Diese Mineralien sind also als seine *Stammverwandte* zu betrachten. Ausser ihnen aber erscheint er nun aber auch mit den Umwandelungsmineralien theils dieser seiner Verbindungsgenossen, theils von sich selbst. In dieser Weise erscheint:

der Nephelin
in Association mit

seinen Stoffverwandten und Umwandlungsmineralien:

- Leucit,
- Sodalith.
- Natrolith,
- Meionit,
- Davyn,
- Liebenerit,
- Gieseckit.

den Umwandlungsmineralien seiner Stammverwandten

der **Hornblende** und des **Augites**:

- mit Glimmer,
- » Granat,
- » Idokras,
- » Epidot,
- » Titanit.
- mit Kalkspath,
- » Magneteisen,
- » Apatit.

Zu allen diesen Gesellschaftern gesellt sich nun noch nach v. Leonhard auf einigen Erzlagern Finnlands (Degerö bei Helsingfors) neben Magneteisen und Bleiglanz — Turmalin und Quarz.

Ausser den obengenannten Fundorten des Nephelins sind nun noch die alten Auswürflinge des Vesuvs, am Monte Somma, Fossa grande etc., Heimathsstätten des Nephelins. In diesen aus körnigem Kalksteine bestehenden Blöcken erscheint er auf Drusenräumen namentlich in Gesellschaft von Davyn, Apatit, Meionit, Hornblende, Granat und Vesuvian.

Bemerkung über die Auffindung des Nephelins in Basalt und Phonolith. G. Bischof sagt (a. a. O. S. 2263): »Wenn der Sauerstoffquotient eines basaltischen Gesteines, in dessen Blasenräumen Natrolith vorkommt, über 0,661 steigt, so haben wahrscheinlich seine Alkalien haltenden Theile die Zusammensetzung des Nephelins.«

IV. Gruppe: Zeolithe (Kuphonspathe).

[Der Namen: Zeolith vom griech. ζεω, kochen, sieden, weil sie beim Schmelzen aufschwellen oder aufkochen; der Namen Kuphon vom griech. κουφος, leicht, wegen ihres geringen spec. Gewichtes.]

§. 91.

a. Allgemeine Charakteristik: Vorherrschend farblose, weisse oder weissgraue, oft aber auch durch beigemengtes Eisenoxyd ganz oder theilweise gelblich oder röthlich gefärbte, Thonkalk- oder Thonalkali-Silicathydrate, welche in ihrer Zusammensetzung dem Oligoklas, Labrador oder Anorthit, bisweilen aber auch dem Leucit oder Nephelin sehr nahe stehen, sich qualitativ eigentlich nur durch ihren Wassergehalt von diesen Feldspathen unterscheiden und darum auch als Feldspathhydrate anzusehen sind.

Von diesen ebengenannten Feldspathen und Leuciten sind sie aber namentlich unterschieden:

1) durch ihr geringes spec. Gewicht, welches zwischen 2,01 und 2,35 liegt und nur beim Scolezit bis 2,39 steigt;
2) dadurch, dass sie beim Erhitzen in dem Glasrohre Wasser ausschwitzen;
3) dadurch, dass sie vor dem Löthrohre erhitzt leicht unter Aufkochen und Aufschwellen zu einem weissen blasigen Glase (Email) schmelzen;
4) dadurch, dass sie in concentrirter Salzsäure unter Ausscheidung von pulveriger, schleimiger oder gallertartiger Kieselsäure sich rasch und vollständig zersetzen;
5) durch ihre Härte, welche = 3,5 — 5,5, am meisten 4 – 5 beträgt.

b. Vorkommen und Bildungsweise im Allgemeinen: Alle hierher gehörigen Mineralarten sind vorherrschend Bewohner der Blasen-, Drusen- und Spaltenräume hauptsächlich der Labrador, Anorthit, Oligoklas, Leucit oder Nephelin haltigen Augitgesteine, so der Basalte, Dolerite, Leucitophyre und Nephelindolerite, aber auch theilweise der älteren Sanidinlaven. In der Regel treten sie entweder in den tieferen oder unteren Lagen der mürben, porösen oder blasigen Tuffe (Wacken), welche die Decke der oben genannten Augitgesteine bilden, oder in den oberen, unmittelbar unter den Tuffdecken liegenden, Massen dieser Gesteine da auf, wo sich Verwitterungsrisse zeigen. Nach der Tiefe zu aber nehmen sie sowohl an Menge und Mannichfaltigkeit wie an Schönheit ihrer Formentwickelung um so mehr ab, je frischer, compacter und spaltfreier die Gesteine ihrer Stammsitze sind.

Beobachtung: Ich habe seit 40 Jahren Gelegenheit gehabt, die gut aufgeschlossenen Basaltbrüche in der Umgebung Eisenachs (die Stopfelskuppe, Pflasterkaute und Kupfergrube) genau untersuchen zu können. Die Resultate dieser Untersuchung sind:

1) Die genannten drei Basaltstöcke hatten eine 20 bis 50 Fuss mächtige, mürbe bis erdige Tuffdecke, in welcher zahlreiche, starkverwitterte Basaltknollen steckten.
2) In den obersten, unmittelbar mit der Luft in Berührung stehenden, Lagen dieser Tuffdecken befanden sich zahlreiche Adern von Kalkspath, aber keine Zeolithe. Diese letzteren zeigten sich, namentlich an der Stopfelskuppe, wo die Tuffdecke 50 Fuss mächtig ist, erst in einer Tiefe von 30 – 40 Fuss in den unmittelbar über dem dichten Basalte befindlichen Lagen. Gegenwärtig, wo diese Lagen dem Einflusse der Luft ganz ausgesetzt sind, erscheinen fast alle Zeolithe derselben in mit Säuren brausenden Mehlzeolith oder Steinmark umgewandelt.
3) Der dichte Basalt zeigte nur in seinen oberen, unmittelbar unter der Tuffdecke befindlichen, rissigen und blasigen Massen zahlreiche

und schön ausgebildete Zeolithe der verschiedensten Art, so namentlich an der Pflasterkaute und noch schöner an der Kupfergrube, wo die obere Basaltmasse einen vollständigen Mandelstein bildete. Nach der Tiefe des Stockes zu nehmen die Zeolithe um so mehr ab, je fester, dichter und frischer die Basaltmasse wurde, so dass man gegenwärtig, wo diese Stöcke bis auf den Kern ausgegraben sind, fast gar keine Zeolithe oder kaum noch Spuren von ihnen findet.

Ganz dieselben Beobachtungen habe ich wiederholt an mehreren Basaltbrüchen der Rhön gemacht.

Aus der eben angegebenen Art des Vorkommens kann man nun folgende Schlüsse über die Bildungsweise der Zeolithe ziehen:

1) Da sich die Zeolithe vorherrschend in den mürben, schon mehr oder minder in Zersetzung befindlichen Tuffen am häufigsten und schönsten finden, so müssen sie Umwandlungsproducte derselben sein.

2) Da sie aber nicht in den oberen, unmittelbar mit dem Luftmeere in Verbindung stehenden, Lagen dieser Tuffe vorkommen; da vielmehr diese oberen Lagen in einem grauen, mergeligen, von Kalkspathadern durchzogenen, Thon — also in wahre Verwitterungsproducte, sowie sie nur das mit Kohlensäure beladene Atmosphärenwasser schaffen kann — umgewandelt sind, während die labradorhaltigen Steinmassen, in denen sie auftreten, zwar mürbe und porös sind, aber nicht mit Säuren brausen und demnach keinen kohlensauren Kalk enthalten; so können die Zeolithe in diesen basaltischen Steinmassen nicht durch die Einwirkung von Kohlensäure haltigem Wasser entstanden sein. Denn wäre dies der Fall, dann dürften diese Zeolithe keine kieselsaure Kalkerde enthalten (deren sie doch in bedeutender Menge besitzen), da das kohlensaure Wasser sie in kohlensauren Kalk umgewandelt und ausgelaugt hätte.

3) Es muss hiernach also kohlensäurefreies Wasser auf die labradorische Masse eingewirkt haben. Dies ist in der That auch sehr leicht möglich, wenn man festhält, dass das anfänglich mit Kohlensäure versehene Meteorwasssr bei seinem Eindringen in die Tuffmasse alle seine Kohlensäure abgeben musste, wie ja die zahlreichen Kalkadern in den letzteren und die Kalkrinden auf den Basaltknollen in diesem Tuffe beweisen, und wie auch namentlich die in ein Gemisch von kohlensaurem Kalk und Steinmark umgewandelten Zeolithe beweisen, welche überall aus den Zeolithen der Tuffmasse (an der Stopfelskuppe) entstehen, sobald dieselben aus den blossgelegten Wänden des Tuffes mit der Atmosphäre in Berührung kommen. Kohlensäure haltiges Wasser hemmt demnach nicht blos die

Bildung der Zeolithe, sondern zerstört auch geradezu die schon fertig gebildeten Zeolithe.

4) Reines Wasser wandelt also den Labrador und alle die obengenannten Feldspathe und Leucite dadurch in Zeolithe um, dass es die Substanz dieser Mineralien von Atom zu Atom durchdringt und auf diese Weise vollständig hydratisirt. Demgemäss sind die Zeolithe, wie auch oben schon angegeben worden ist, nichts weiter als Feldspath- und Leucithydrate.

5) Die so entstandene Zeolithmasse bleibt nun an Ort und Stelle, wo sie aus dem Feldspathe entstanden ist, oder sie wird durch weiter hinzutretendes Wasser allmählig ganz aufgelöst und durch Risse und Spalten oft weit von ihrer Geburtsstätte weggeführt bis sie durch Verdunstung ihr Lösungswasser verliert. In diesem Falle erscheinen dann die Zeolithe als Infiltrationsproducte in den Blasenräumen und Spalten theils der sie erzeugenden Gesteinsmassen, theils aber auch von solchen Felsarten, aus denen sie gar nicht entstanden sind.

1) Recht instructiv war in dieser Beziehung die oben genannte Kupfergrube. In ihr erschienen die schönsten und meisten Zeolithe in den unmittelbar unter dem erdigen Tuffe lagernden Basaltmassen theils geradezu auf deren mit dem Tuffe in Berührung stehenden Oberfläche, theils in den zahlreichen Blasenräumen derselben. Schon 2 Fuss tiefer verschwanden sie und bei 5 Fuss Tiefe war kaum noch eine Spur zu finden.

2) Durch die eben beschriebene Bildungsweise der Zeolithe lässt es sich auch erklären, dass Zeolithe auf Lagerstätten und im Vereine mit anderen Mineralien vorkommen können, welche ihnen ihrer Natur und Entstehungsweise nach ganz fremd sind;

z. B. der Apophyllit auf den Silber- und Bleierzgängen der Grauwacke von Andreasberg; der Stilbit auf Erzgängen und Magneteisenlagern im Grundschiefergebirge Scandinaviens; der Desmin auf Drusenräumen in Gesellschaft von Bergkrystall, Adular, Albit, Chlorit und Sphen; der Natrolith im Zirkonsyenit von Norwegen; der Analcim ebenso und auch auf den Magneteisensteinlagern zu Arendal oder auf den Silbererzgängen von Andreasberg am Harz; der Chabacit mit Bergkrystall und Achat in dem Melaphyrmandelstein von Oberstein u. s. w.

c. Associationen. Die Zeolithe bilden also nach dem eben Mitgetheilten hauptsächlich das Ausfüllungsmaterial der Blasen- und Spaltenräume in den Labrador-, Oligoklas- und Leucit oder Nephelin haltigen Augitgesteinen, sei es nun, dass sie diese Räume für sich allein oder in

Gesellschaft mit Zersetzungs- und Umwandlungsproducten sowohl ihrer Muttermineralien wie auch des mit diesen letzteren gewöhnlich verbundenen Augites ausfüllen. Auf diese Weise erscheinen sie namentlich in den Blasenräumen oder auch in Drusen und Gangspalten:

in Association auf ihren

- ursprünglichen oder primären Lagerstätten:
  - mit den sie erzeugenden Feldspathen und Leuciten.
  - mit ihren verschiedenen Arten unter einander.
- secundären Lagerstätten:
  - mit den Zersetzungsproducten
    - ihrer Muttermineralien:
      - Calcit, Aragonit, Kaolin.
      - krystallinischem und amorphen Quarz.
    - des Augites mit: Magnesiaglimmer, Hornblende, Chlorit, Magneteisenerz.
  - mit den schon in den Gängen vorhandenen Gangmineralien und Erzen.

Ausserdem aber bilden einzelne Theile von ihnen einen wesentlichen oder unwesentlichen Gemengtheil von manchen Felsarten, so namentlich der Natrolith im Phonolith. Ob aber dieselben schon ursprünglich zu dem Gemenge dieser Felsarten gehört haben, oder ob sie erst aus der Hydratisirung von Labrador oder Nephelin entstanden sind, ist nicht gut zu entscheiden. Bedenkt man jedoch, dass gerade die sie enthaltenden Felsarten vulcanischen Ursprunges sind und demnach nicht gut Mineralhydrate vom Anfange an gehabt haben können, so möchte man eher annehmen, dass die zeolithischen Gemengtheile derselben erst später aus den oben genannten Mutterminerealen, vorzüglich aus Nephelin, hervorgegangen sind.

d. Verwitterung und Umwandlung im Allgemeinen. — In ihrer Geneigtheit, die atmosphärischen Verwitterungsagentien in sich aufzunehmen und sich durch dieselben leicht verändern zu lassen, stimmen wohl alle Zeolithe vermöge ihres grossen Kalk-, Natron- und Wassergehaltes überein, aber nicht in der Art der Verwitterung. Diejenigen unter ihnen, welche in tetragonalen, tesseralen oder rhomboëdrischen Formen auftreten, werden gleich vom Beginne der Verwitterung an durch Kohlensäure haltiges Wasser allmählig ihres Kalkes oder Natrons in der Weise beraubt, dass von ihnen zuletzt nur noch eine erdige kaolinartige Substanz übrig bleibt. Diejenigen dagegen, welche in rhombischen und monoklinischen Prismen auftreten und strahlig-faserige oder blättrige Aggregate bilden, erleiden erst bei ihrer Verwitterung eine Aenderung des Aggregatzustandes und dann erst eine Umwandlung ihres chemischen Bestandes. Alle diese nämlich, so vorzugsweise der Thomsonit, Skolezit, Laumontit, Stilbit und Desmin, enthalten ausser ihrem basischen Wasser noch hygroscopisches

oder Krystallisationswasser, welches ihren Krystallen Festigkeit, Durchsichtigkeit und Glanz giebt. Liegen nun diese gewässerten Zeolithe an recht trockenen, sonnigen Orten, so werden sie von der feuchtigkeitsarmen Luft zunächst eines Theiles ihres Krystall-Wassergehaltes beraubt und in Folge davon — ganz ähnlich wie Soda und Glaubersalz — an ihrer Oberfläche zuerst trüb und undurchsichtig und dann mit einem mehligen Beschlage überzogen, welcher in dem Grade, wie die Wasserentziehung nach dem Innern der zeolithischen Masse vorwärts schreitet, immer weiter nach Innen dringt, bis zuletzt der Zeolith in ein weisses Mehl (sogenannten Mehlzeolith) umgewandelt ist. Dieses Mehl besteht nun Anfangs noch aus einer wirklichen, nur an Wasser ärmern, Zeolithmasse, wie man deutlich sehen kann, wenn man einen erst an seiner Oberfläche mehlig gewordenen Zeolithkrystall (Desmin z. B.) in reines Wasser steckt; er wird rasch wieder Wasser anziehen und in Folge davon wieder so frisch und klar werden, wie er Anfangs war. Liegt er aber längere Zeit an der Luft, dann saugt er Luftfeuchtigkeit und Kohlensäure ein und nun geht erst die eigentliche Verwitterung oder Zersetzung der Zeolithmasse an. Der Kalk wird ihr jetzt nach und nach ganz entzogen, so dass zuletzt nur noch eine weisse, etwas an der Zunge klebende, fettig oder vielmehr seifig anzufühlende, erdigweiche kaolinartige Masse (sogenannter Seifenstein oder Steinmark) übrig bleibt, welche eine sehr schwankende Zusammensetzung von 20—35 pCt. Wasser, 50—45 pCt. Kieselsäure und 35—30 pCt. Thonerde (nach fünf von mir angestellten Analysen) besitzt.

e. Pseudomorphosen. Merkwürdig und erwähnenswerth ist hier noch, dass im Gegensatze zu der eben beschriebenen Zersetzungsweise manche Zeolithe sich durch Entziehung von Wasser und Aufnahme von Alkalien in Oligoklas, Anorthit, Leucit und Nephelin, also wieder in ihre Mutterminerale, umwandeln können, ohne dabei ihre ihnen zustehende Krystallform zu verlieren, so dass also diese ihre Mutterminerale in Pseudomorphosen nach Zeolithen auftreten. Wie schon bei der Beschreibung der Umwandlungen des Orthoklases, Oligoklases, Leucites und Nephelins angegeben worden ist, kommen in dieser Weise

Pseudomorphosen des Orthoklas nach Laumontit und Analcim,
„ „ Oligoklas nach Mesotyp,
„ „ Nephelins nach Natrolith

vor. Endlich fehlt es aber auch nicht an Beispielen, dass die genannten Mutterminerale in Zeolithe umgewandelt erscheinen, ohne ihre ihnen eigenthümliche Krystallform verloren zu haben. So kommt z. B. der Natrolith in Pseudomorphosen nach Oligoklas und Nephelin und der Analcim in Pseudomorphosen nach Leucit vor.

Nähere Beschreibung einzelner Arten.

§. 92.

Die sämmtlichen Arten der Zeolithe lassen sich im Allgemeinen zunächst nach dem vorherrschenden Habitus ihrer Körperformen eintheilen in *Strahlfaserzeolithe*, welche Kugeln und Mandeln bilden, die aus strahlig auseinander gehenden Nadeln oder höchst feinen Fasern bestehen und ausserdem in rhombischen oder monoklinischen Prismen auftreten; in *Strahlblätterzeolithe*, welche bündel-, fächer- oder garbenförmig strahligblättrige Aggregate und ebenfalls theils rhombische, theils monoklinische, breitgedrückte Prismen oder Tafeln bilden; in *Stengel- oder Säulenzeolithe*, welche Drusen von monoklinischen Säulen oder auch körnigstengelige Aggregate darstellen; in *Würfelzeolithe*, welche, meist zu Drusen verwachsene, tesserale oder rhomboëdrische, würfelähnliche Gestalten zeigen, oft aber auch körnige Aggregate bilden; in *Kreuzzeolithe*, deren rhombische Säulen gewöhnlich zu kreuzförmigen Zwillings- oder Vierlingskrystallen verwachsen sind; endlich in *Pyramidenzeolithe*, deren tetragonale, hexagonale oder tesserale Krystallformen ein vorherrschend pyramidenartiges Aussehen haben. Jede von diesen Gruppen kann dann wieder je nach dem in ihrem chemischen Gehalte vorherrschenden Monoxyde in zwei Untergruppen zertheilt werden, deren eine die natronreichen, die andere aber die kalk- oder barytreichen Zeolithe umfasst. Auf diese Weise entsteht dann folgende Gruppirung:

- I. Strahlfaserzeolithe (Gewässerte Labradore)
  - kalkreiche: Skolecit. Thomsonit.
  - natronreiche: Natrolith.
- II. Strahlblätterzeolithe
  - kalkreiche: Desmin. Stilbit.
  - kalknatronhaltige: Epistilbit.
- III. Säulenzeolithe: kalkreiche: Laumontit.
- IV. Würfelzeolithe
  - kalkreiche: Chabasit.
  - natronreiche: Analcim.
- V. Pyramidenzeolithe
  - kalkreiche; Gismondin.
  - (kalkkalihaltige: Apophyllit.)
  - kalknatronhaltige: Faujasit.
  - natronreiche: Gmelinit.
- VI. Kreuzzeolithe
  - kalkhaltige: Phillipsit.
  - barytreiche: Harmotom.

Die wichtigsten unter diesen Arten sind folgende:

§. 93. 1. Skolecit.

[Vom griech. σκωληκίτης, wurmförmig, weil sich diese Zeolithart vor dem Schmelzen wurmförmig hin und her windet. Synom: Mesotyp, Kalkmesotyp, Zeolith, Faserzeolith, Mesolith, Harringtonit, Mehlzeolith.]

§. 93a. Mineralogische Beschreibung. Monoklinische, meist säulen- bis nadelförmige, Gestalten, unter denen am meisten ein fast quadratisch erscheinendes Prisma mit pyramidaler Zuspitzung hervortritt. Die vordere Endkante (— P) = 144° 40', die hintere Endkante (P) = 144° 20', also von der vorderen um 20' unterschieden; der vordere Säulenwinkel (∞ P [M]) = 91° 35' und C = 89° 6'. Ausserdem häufig Zwillingskrystalle, deren Zusammensetzungsfläche das Makropinakoid ist, so dass die beiden aneinander gewachsenen Krystallindividuen eine scheinbar einfache Säule bilden und nur noch durch eine zarte Linie in der Richtung der Hauptaxe zu erkennen sind. Endlich auch sehr häufig derbe Massen von kugeliger oder halbkugeliger Gestalt mit strahlig-stengeligem oder feinfaserigem bis fast dichtem Gefüge. — Die Spaltbarkeit in der Richtung der Prismenflächen (nach ∞ P) ziemlich vollkommen. Der Bruch muschelig bis uneben. — Die Härte = 5—5,5; das spec. Gewicht = 2,20—2,39. — Vorherrschend weiss, in ganz frischem Zustande auch farblos; oft aber durch beigemengtes Eisenoxyd gelblich- oder röthlichweiss bis braunroth; äusserlich im frischen Zustande glasglänzend, bei der Verwitterung aber mehlig-matt, auf den Spaltflächen perlmutterig- oder bei faserigen Aggregaten seidenglänzend. Durchsichtig bis fast undurchsichtig. — Durch Erwärmen stark electrisch werdend und zwar so, dass bei aufgewachsenen strahlig-faserigen Aggregaten die freien divergirenden Enden der Krystallnadeln negativ und die aufgewachsenen convergirenden Enden positiv electrisch werden, während die dichte Masse ganz unelectrisch bleibt.

§. 93b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Im Glasrohre erhitzt viel Wasser ausschwitzend; vor dem Löthrohre erhitzt sich zuerst krümmend und wurmförmig windend, dann aber leicht zu einem schaumigen, trüben Glase schmelzend. — In Salzsäure leicht und unvollkommen zersetzbar, jedoch ohne Abscheidung von Kieselgallerte. (Beim Eindampfen der Masse sondert sich indessen doch schleimige Gallerte ab.) In Oxalsäure ebenfalls löslich, aber unter Abscheidung von oxalsaurem Kalk.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach erscheint der Skolecit als eine Verbindung von 1 Atom einfach kieselsaurem Kalk, 1 Atom zweidrittelkieselsaurer Thonerde und 3 Atom Wasser, wonach ihm die Formel $(\dot{C}a\ddot{S}i + \dddot{\bar{A}l}\ddot{S}i^2) + 3aq.$ zukommt und in 100 Theilen seiner Masse 46,50 Kieselsäure (= 3 At.), 25,83 Thonerde (= 1 At.), 14,08 Kalk (= 1 At.)

und 13,59 Wasser (= 3 At.) enthalten sind. Bisweilen finden sich auch Spuren von Natron in seiner Masse und endlich erscheint diese letztere durch mechanisch beigemengtes Eisenoxyd roth gefärbt. — An trockener Luft liegend verliert er von seinem Wasser und wird undurchsichtig und mehlig.

§. 93c. Abarten des Skolecites scheinen manche Mesolithe, welche als natronhaltige Skolecite zu betrachten sind, der Antrimolith Thomsons und der Poonalith zu sein.

§. 93d. Vorkommen und Associationen. Der Skolecit ist ein Labradorhydrat und als solches ein Bewohner der Blasenräume von basaltischen und anderen Labrador-Augitgesteinen. Entweder füllt er diese Räume mit seinen kugeligen oder nadelförmigen Aggregaten allein aus; oder er zeigt sich in Gesellschaft von anderen kalkreichen Faser- und Blätterzeolithen, so namentlich von Desmin und Silbit, öfters auch von Chabasit oder Phillipsit, dagegen selten nur von Natrolith und Analcim. Manchmal findet man auch in seiner Gesellschaft Calcit, Aragonit und Chlorit, ja auch Rubellan (z. B. ehedem an der Kupfergrube bei Fernbreitenbach, 2 Meilen von Eisenach). Diese letztgenannten Gesellschafter sitzen aber in der Regel auf dem Skolecit, ein Beweis, dass sie späterer Entstehung sind als der letztere und dadurch in seine Association gekommen sind, dass der augitische Gemengtheil ihres Muttergesteines sich zersetzt hat.

Ausgezeichnete Fundorte des Skolecites sind die Basalte Islands, der Faröer, Irelands, Staffas und Grönlands, also lauter Orte der nordeuropäischen Basaltzone. Ausserdem kamen früher auch schöne Drusen desselben in dem Basaltsteine an der nunmehr ausgebeuteten Kupfergrube bei Eisenach vor.

§. 94. 2. Thomsonit.

[Namen nach dem englischen Chemiker Thomson. — Synon.: Comptonit, Mesotyp, Triploklas, Ozarkit.]

a. Mineralogische Beschreibung. Rhombische Gestalten, unter denen die rechtwinklige Säule mit gerader, häufig etwas bauchiger Endfläche und die achtflächige Säule mit gebrochener Endfläche (eine Combination des rhombischen Prismas (∞P) mit dem Brachypinakoid ($\infty \breve{P} \infty$), Makropinakoid ($\infty \bar{P} \infty$) und dem Makrodoma ($x \bar{P} \infty$), welches die gebrochene Endfläche bildet), am gewöhnlichsten auftritt. Die schmale Fläche der Säule ist glatt, die breite aber in der Regel garbenförmig aufgeblättert. Die Krystalle gewöhnlich in Drusen oder in fächer-, büschel-, garben- oder kugelförmigen Gruppen; ausserdem auch stengelige Aggregate. — Die Spaltbarkeit nach der Brachy- und Makrodiagonalen fast gleich vollkommen. — Der Bruch unvollkommen muschelig bis uneben. — Härte

$= 5 - 5{,}5$; spec. Gewicht $= 2{,}35 - 2{,}38$. — Vorherrschend weiss, ausserdem auch gelb und rothbraun durch Eisenoxyd; äusserlich glas-, auf den Spaltflächen perlmutterig glänzend; durchscheinend.

b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Im Glasrohre viel Wasser ausschwitzend und trüb werdend. — Vor dem Löthrohr sich krümmend, aufblähend und schwierig zu weisser Emaille schmelzend. — In Salzsäure leicht unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar.

Seiner chemischen Zersetzung nach erscheint der Thomsonit als eine Verbindung von 2 Atom Kalk (Natron), 2 Atom Kieselsäure und 5 Atom Wasser (also nach Rammelsberg als 2 Atome eines natronhaltigen Anorthites mit 5 Atome Wasser), und erfordert demnach die Formel $2(\dot{R}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}) + 5aq.$, in welcher $\dot{R}$ gewöhnlich $= \frac{3}{4}$ oder $\frac{4}{5}$ $\dot{C}a$ und $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ $\dot{N}a$ ist. Hiernach enthält der Thomsonit in 100 Theilen seiner reinsten Masse 37,68 Kieselsäure (= 4 At.), 31,42 Thonerde (= 2 At.), 17,13 Kalkerde (= 2 At.) und 13,77 Wasser (= 5 At.).

c. Vorkommen und Associationen. Wie der Skolecit, so ist auch der Thomsonit ein Bewohner der Blasenräume in Labrador oder Anorthit und Augit haltigen Gesteinen, also namentlich der Basalte und älteren Laven. Seine gewöhnlichen Begleiter sind theils Kalk-, theils Natronzeolithe. In dieser Weise findet er sich associirt mit Skolecit (auf Island mit ihm verwachsen nach Sartorius von Waltershausen; an der Pflasterkaute bei Eisenach), mit Natrolith und Analcim (auf den Cyklopeninseln); ausserdem auch mit Anorthit (in alten Vesuvlaven) und mit Eläolith (in Arkansas der sogenannte Ozarkit).

Interessante Fundorte sind ausser den ebengenannten noch Seeberg bei Kaaden, Hauenstein und Ellbogen in Böhmen; der Mandelstein an den Kilpatrikhügel bei Dumbarton in Schottland; der Vesuv und die Cyklopeninseln bei Sicilien.

§. 95. 3. Natrolith.

[Namen von Natron und λίθος, Stein, also Natronstein, weil er sich durch seinen starken Natrongehalt von den früher bekannten Zeolithen auszeichnet. — Synon.: Natronmesotyp, Zeolith, Nadelzeolith, Mesolith, Mesotyp, Spreustein, Bergmannit, Radiolith. Lehuntit, Galaktit etc.]

§. 95a. Mineralogische Beschreibung: Rhombische Gestalten, deren Prismenwinkel (∞P) 91° 20′ und 142° 40′, und Mittelkantenwinkel 53° 20′ beträgt. Die gewöhnlichste Form ist die rhombische Säule mit pyramidaler Zuspitzung oder die Combination dieser Säule mit dem Brachypinakoid (wodurch die erstere sechsseitig wird) und der rhombischen Pyramide. Die Krystalle in der Regel dünnsäulenförmig, nadel- bis haarförmig, meist sehr klein und gewöhnlich zu sternförmigen, büscheligen oder

strahligfaserigen, kugeligen oder nierenförmigen Aggregaten verwachsen, deren Krystallfasern oft so fein und dicht verbunden erscheinen, dass sie kaum noch als Linienstrahlen zu erkennen sind. Manchmal auch in 3—5''' dicken Platten, welche aus dicht mit einander verwachsenen strahligfaserigen Kugeln und Nieren bestehen, zu keilförmigen Stücken zerspringen und beim Schleifen an ihrer Oberfläche lauter concentrische Kreise zeigen. Bisweilen endlich auch in Pseudomorphosen nach Oligoklas und Nephelin (so im Zirkonsyenit von Brewig in Norwegen, nach Blum III. Nachtr. 109). — Die Spaltbarkeit in der Richtung des Prismas vollkommen; der Bruch muschelig bis uneben und splitterig. — Härte = 5—5,5; spec. Gewicht = 2,15—2,35.. — Farblos oder weiss; sehr oft aber auch weiss mit gelben Querlinien, welche im Querbruche von Kugelaggregaten concentrische Ringe bilden, oder auch ganz gelb. Glasglänzend; durchscheinend bis fast undurchsichtig. — Durch Erwärmen nicht electrisch werdend.

§. 95b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Der Natrolith besteht nach Rammelsberg (a. a. O. S. 793) aus 1 Atom Natron, 1 Atom Thonerde, 3 Atom Kieselsäure und 2 Atom Wasser, und kann demnach als eine Verbindung von 1 Atom einfach kieselsaurem Natron, 1 Atom zweidrittelkieselsaurer Thonerde und 2 Atom Wasser betrachtet werden, wonach ihm die Formel ($\dot{N}a\ddot{S}i + \ddot{\ddot{A}}l\ddot{S}i^2$) + 2 aq. zukommt, — eine Formel, der zu Folge er als ein Natron-Labradorhydrat erscheint. In 100 Theilen besitzt er hiernach 47,91 Kieselsäure (= 3 Atom), 26,63 Thonerde (= 1 At.), 16,08 Natron (= 1 At.) und 9,38 Wasser (= 2 At.). Bemerkenswerth erscheint es, dass bei Brewig in Norwegen ein dunkelgrüner, vor dem Löthrohre sich braun färbender Natrolith vorkommt, in welchem 1 Theil Thonerde durch Eisenoxyd und 1 Theil Natron durch Eisen- und Manganoxydul ersetzt ist, so dass auf 4 Atom Thonerde 1 At. Eisenoxyd und auf etwa 6 Atom Natron 1 Atom Eisen- und Manganoxydul kommt.

Im Glasrohre schwitzt der Natrolith viel Wasser aus und wird trübe; vor dem Löthrohre aber schmilzt er leicht und ruhig zu klarem Glase. — Durch Salzsäure wird er unter Abscheidung von durchsichtiger Kieselgallerte vollständig zersetzt. Ebenso löst ihn Oxalsäure vollständig auf, bei Kalkgehalt aber scheidet sich oxalsaurer Kalk ab.

§. 95c. Zu den Abarten des Natrolithes gehört der Spreustein oder Bergmannit aus dem Zirkonsyenit Norwegens; ebenso auch der Radiolith, der Lehuntit von Carncastle bei Glenarm in der Grafschaft Antrim und der Galaktit von Kilpatrik in Schottland. Wahrscheinlich ist auch der Brevicit (von Brewig in Norwegen und vom Kaiserstuhle in Baden) nichts weiter als ein Natrolith, welcher neben 10 pCt. Natron 6,8 pCt. Kalkerde enthält.

§. 95d. Umwandlungen. Wie der Skolecit, so wird auch der Natrolith an trockener Luft allmählig entwässert und hierdurch in eine mürbe, mehlige, wasserarme Zeolithsubstanz (Mehlzeolith) umgewandelt. Geht diese Entwässerung sehr rasch vor sich, so zerfällt diese Substanz zu erdiger Masse; geht sie aber ganz allmählig von Aussen nach Innen von statten, dann behalten die Natrolithkrystalle auch ihre vollständige Gestalt, wenngleich in einem so mürben Zustande, dass sie bei der Berührung zerfallen. Tritt jetzt nun eine Lösung von doppeltkohlensaurem Kalk — wie sie aus der Zersetzung des in Labradorgesteinen vorhandenen Augites entstehen kann — zu den Krystallen des Mehlnatrolithes, so saugen sie dieselbe Atom für Atom ein. Und indem hierbei der gelöste kohlensaure Kalk mit dem kieselsauren Natron des Natrolithes in Berührung kommt, entsteht durch Austausch der Säuren kieselsaure Kalkerde und kohlensaures Natron, welches ausgelaugt wird. Dies dauert so lange fort, bis alles Natron und mit ihm zugleich auch ein Theil der kieselsauren Thonerde aus der Natrolithmasse entfernt worden ist, so dass nun nach vollendetem Umwandlungsprocesse die Natrolithkrystalle aus 1 Atom Thonerde, 2 Atom Kalkerde, 3 Atom Kieselsäure und 1 Atom Wasser d. i. aus Prehnit bestehen. — Wie in diesem Falle aus dem Natrolith Prehnit geworden ist, so mag auch aus ihm durch Zuführung von kieselsaurem Kali Oligoklas entstehen.

Bemerkung: Die eben beschriebene Umwandlung des Natrolithes in Prehnit habe ich in dem Basaltmandelsteine der Kupfergrube mehrfach beobachtet. Ob aber meine Erklärung die einzig richtige ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. Ich habe gegeben, wie ich es beobachtet habe. Es kamen in diesem Mandelsteine alle Abstufungen der eben beschriebenen Umwandlung vor.

Wenn dagegen der Mehlnatrolith nur mit Kohlensäure haltigem Wasser in Berührung kommt, dann wird er unter Beraubung seines Natrongehaltes in die oben bei der allgemeinen Zeolithbeschreibung schon erwähnte kaolinische Substanz (Steinmark) umgewandelt, welche auch in Pseudomorphosen nach Natrolith vorkommt.

Zusatz: Dass nun aber der Oligoklas und Eläolith auch in Natrolith umgewandelt werden und folglich der Natrolith auch in Pseudomorphosen nach Oligoklas und Eläolith auftreten kann, ist schon bei der Beschreibung dieser beiden Mineralien erwähnt worden.

§. 95e. Vorkommen und Associationen. Der Natrolith kann nach dem eben Mitgetheilten aus dem Oligoklas, Labrador, Anorthit und Nephelin hervorgehen, sein Verbreitungsbezirk befindet sich daher in dem Gebiete der Oligoklas, Labrador, Anorthit und Nephelin haltigen Gesteine, namentlich dann, wenn sie Augit besitzen, so vorzugsweise in den basaltischen Felsarten und im Phonolithe. In diesen Felsarten nun tritt er entweder als wesentlicher oder auch unwesentlicher Gemengtheil ihrer Masse auf, so im Phonolith und Zirkonsyenit, oder er bildet das Ausfüllungs-

material ihrer Blasen-, Drusen- und Spaltenräume, so vorzüglich in den Basalten, Basalttuffen, Leucitlaven und manchen Phonolithen. Im ersten Falle steht er alsdann im Gemenge mit seinen Muttermineralien, so im Phonolithe mit Oligoklas oder Nephelin, im Zirkonsyenite Norwegens (bei Brewig) mit Eläolith; im zweiten Falle dagegen bildet er entweder für sich allein das Gang- oder Blasenausfüllungsmittel oder er erscheint in Gesellschaft von anderen Zeolithen, Kalkspath, Arfvedsonit, Eudialyt (Grönland) und Chlorit. Ausserdem findet man ihn auch auf secundären Lagerstätten, so auf den Magneteisensteinlagern von Arendal und bisweilen auf den Silbererzgängen von Andreasberg.

Interessante Fundorte von ihm sind der Alpstein unweit Sondra in Hessen und die Basalte der Auvergne. Vorzüglich schön sind die gelben, strahligfaserigen Plattennatrolithe, welche den Phonolith am Hohentwiel im Högau durchziehen. — Bemerkenswerth ist, dass er in den an Skolecit so reichen Basalten der Faröer verhältnissmässig wenig vorkommt.

§. 96. 4. **Desmin.**

[Namen vom griech. δεσμις, Bündel, weil seine Krystalle bündel-, büschel- oder garbenförmige Gruppen bilden. — Synon: Strahlzeolith, Stilbite nach Hauy, Beudant und Phillips.]

a. Mineralogische Beschreibung. Rhombische Gestalten, deren Pyramidenpolkanten P 119° 16′ und 114° 0′ die Mittelkanten aber 96°; und die Prismenkanten ∞P 94° 16′ betragen. Die Krystalle meist tafelartige, breitgedrückte Säulen, am häufigsten mit der rhombischen Pyramide auf beiden graden Endflächen, wobei die Combination: Brachypinakoid ($\infty \breve{P} \infty$) mit Makropinakoid ($\infty \bar{P} \infty$) und Pyramide (P), wozu sich oft auch noch das basische Pinakoid (oP) als Abstumpfungsfläche der Pyramidenecke gesellt, entsteht. Unter den Säulenflächen ist die schmale des Makropinakoides ($\infty \bar{P} \infty = M$) senkrecht gestreift und blättert sich oft ganz auf, so dass die ganze Säule einem Bündel ähnlich sieht. Ueberhaupt aber erscheinen die Krystalle meist bündel-, fächer- oder garbenförmig gruppirt. Ausserdem sind derbe Gestalten oder Kugeln und Mandeln mit strahlig blättriger Aggregation sehr häufig. — Spaltbarkeit in der Richtung der breiten Säulenflächen (also nach der brachydiagonalen oder nach T) sehr vollkommen, dagegen nach der makrodiagonalen (M) unvollkommen. — Bruch uneben. — Härte = 3,5—4; spec. Gew. = 2,1—2,3. — Farblos oder weiss, bisweilen aber auch gelb oder von beigementem Eisenoxyd braunroth (z. B. im Fassathale). Glanz auf den breiten (brachydiagonalen) Säulenflächen stark perlmutterig, sonst aber glasig. Durchscheinend bis fast undurchsichtig.

b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. — Im Glasrohre viel Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohre sich aufblätternd,

blähend und stark krümmend und zuletzt zu einem weissen, blasigen, email-artigen Glase schmelzend. — Von concentrirter Salzsäure unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver vollständig zersetzbar.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach erscheint der Desmin nach den meisten Analysen als eine Verbindung von 1 Atom Kalkerde, 1 Atom Thonerde, 6 Atom Kieselsäure und 6 Atom Wasser, wonach er auf die Formel ($\dot{C}a\ddot{S}i^3 + \ddot{\ddot{A}}l\ddot{S}i^3$) + 6 aq. zu bringen ist und in 100 Theilen: 58,00 Kieselsäure, 16,14 Thonerde, 8,80 Kalkerde und 16,97 Wasser (= 6 At.) enthält. Ausserdem erhält er aber oft auch kleine Mengen Kali, Natron und Eisenoxyd.

c. Vorkommen und Associationen: Der Desmin ist vorherrschend ein Bewohner der Melaphyrmandelsteine (so im Fassathale Südtyrols, kommt aber auch in den Mandelräumen basaltischer Gesteine vor. In diesem Falle erscheint er gewöhnlich in Gesellschaft von anderen Zeolitharten, namentlich von Natrolith, und auch von Stilbit, ferner von Kalkspath und Grünerde. — Ausserdem hat man ihn auch auf Erzgängen (z. B. bei Andreasberg), auf Drusenräumen (und in diesen sogar in Gesellschaft von Bergkrystall, Adular, Albit, Chlorit und Sphen) und auf Erzlagern im Verbande mit Magneteisenerz, Kupferkies u. a. Erzen gefunden. Am gewöhnlichsten scheint er im Gebiete der Oligoklas, Labrador und Augit haltigen Felsarten aufzutreten.

Interessante Fundorte von ihm sind: am Berufjord auf Island; die Faröer; Schottland; — Grube Neufang bei Andreasberg am Harze; Fassathal in Südtyrol; Rienthal am St. Gotthard u. s. w.

Bemerkung: Blum führt (im Nachtrag zu d. Pseudom S 11 f.) Pseudomorphosen von Quarz nach Stilbit (Desmin) an, welche theils hohl sind, theils aus einem blättrigen Aggregate von Quarz bestehen und ihrer ganzen Beschaffenheit nach sogenannte Verdrängungspseudomorphosen sind.

§. 97. 5. **Stilbit.**

[Namen vom griech. στιλβη, Glanz, wegen des starken, fast glimmerartigen Perlmutterglanzes auf den Längs- und klinopinakoidalen Spaltflächen der Prismen. — Synom. Blätterzeolith Werners; Euzeolith; Eustilbit; Heulandit (Brooke); Stilbite anamorphique Hauy; Lineotnit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Monoklinische, vorherrschend schieftafelförmige oder wagrecht säulenförmige, starkblättrige Gestalten, welche durch ihren Glanz und ihren sehr vollkommenen klinodiagonalen Blätterbruch dem Glimmer oft nicht unähnlich sehen. Ihre gewöhnlichsten Combinationen sind Verbindungen des tafel- oder wagrecht säulenförmigen Klinopinakoides ($\infty P \infty$) mit dem Orthopinakoid ($\infty P \infty$), dem Protoprisma (∞P) und dem schiefen basischen Pinakoid (oP), so dass die ganze Gestalt

einer aufrechten schiefen Tafel oder einer liegenden Säule gleich kommt, an welcher zwei diagonale Kanten schief abgestumpft sind. Häufig gesellen sich zu dieser Combination auch die Flächen der monoklinischen Pyramide, welche die den Kantenabstumpfungsflächen gegenüberliegenden Ecken abstumpfen. — Die Krystalle, an denen C = 63° 40′ und $P\infty(P) = 50° 20'$ ist, einzeln aufgewachsen oder zu Drusen verbunden. — Ausserdem derbe Massen theils mit körniger theils mit schaliger oder blättriger Absonderung; bisweilen auch kugelige, strahlig blättrige Körner. — Spaltbarkeit nach der Klinodiagonalen sehr vollkommen. Bruch unvollkommen muschelig bis uneben. — Spröde. — Härte = 3,5—4; spec. Gew. = 2,1—2,2. Farblos oder weiss, oft aber auch gefärbt, namentlich schön braunroth. — Glanz auf den Klinopinakoidflächen stark perlmutterig, sonst glasig. Durchsichsichtig bis kantendurchscheinend.

b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Im Glasrohre viel Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohre sich aufblähend und zu weissem Email schmelzend. Gegen Salzsäure sich wie Desmin verhaltend.

Der Stilbit besteht aus 1 Atom Kalkerde, 1 Atom Thonerde, 6 Atom Kieselsäure und 5 Atom Wasser, also in 100 Theilen aus 59,79 Kieselsäure, 16,61 Thonerde, 9,06 Kalkerde und 14,54 Wasser, wonach ihm die Formel $(\dddot{Al}\dddot{Si}^3 + \dot{Ca}\,\dddot{Si}^3) + 5$ aq. zukommt; oft enthält er jedoch auch kleine Mengen Kali und Natron. Enthielte er 1 Atom Wasser mehr, so hätte er gleiche Zusammensetzung mit dem Desmin. Mit dem — auf Island vorkommenden und in rhombischen Säulen krystallisirenden — Epistilbit hat er gleiche Zusammensetzung.

c. Vorkommen und Associationen. Der Stilbit ist ein Gefährte des Desmin und von dessen Gesellschaftern; er ist demnach ebenfalls ein Bewohner der Melaphyr- und Basaltmandelsteine. In den ersten dieser Mandelsteine (z. B. im Fassathale Tyrols) erscheint er in Association mit Desmin, Natrolith, Chabasit, Apophyllit, Analcim, Chalcedon und Grünerde oder (z. B. bei Gries unweit Sellrain) mit Epidot, Hornblende und Kalkspath; in den Basaltmandelsteinen dagegen tritt er vorherrschend in der Gesellschaft von Natrolith, Chabasit, Kalkspath, auch von Glimmer und Grünerde auf. Eigenthümlich ist auch sein drusenförmiges Auftreten in Chalcedonkugeln oder seine Verwachsung mit Doppelspath am Rödefjördsdamm auf Island. — Auf den schottischen Inseln Skye und Mull soll er bei Kilmuir, Snizort und Loch Einort in solcher Häufigkeit auftreten, dass namentlich bei Kilmuir eine Zeitlang die Chausseen mit ihm belegt worden sind. Ebenso soll er auf Staffa alle Räume zwischen den Doleritsäulen ausfüllen (v. Leonh. Miner. S. 195). Ausserdem kommt er aber auch hie und da vor auf Lagern im Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblende- und Thonschiefer theils in Gesellschaft von Adular, Harmotom, Prehnit, Quarz,

ılk- und Barytspath, theils in Verband mit Arsen- und Silbererzen. In ɜser Weise findet er sich in Schottland bei Strontian auf Kalk- und Batspathgängen im Gneiss mit Bleiglanz, Eisenkies, kohlensaurem Stronɯ und Harmotom; auf Silbererzgängen im Glimmerschiefer bei Kongsrg in Norwegen; auf Gängen in der Grauwacke mit Quarz, Kalkspath, oophyllit, Desmin und Silbererzen bei Andreasberg am Harze.

Endlich zeigt er sich auf der Grube Ulve bei Arendal auf Magnetsenlagern mit Augit, Hornblende, Epidot, Granat, Quarz, Bleiglanz und upferkies (vgl. v. Leonh. Mineral. S. 195).

Aus allen eben gegebenen Andeutungen ersieht man, dass der Stilbit ıter den Zeolithen vielleicht den verschiedenartigsten Verbreitungskreis und e mannnichfachsten Associationsweisen besitzt. Mögen dieselben aber noch verschiedenartig aussehen: Immerhin lassen sich die Associationen deslben namentlich auf die beiden, schon bei der allgemeinen Beschreibung r Zeolithe angegebenen, Reihen zurückführen, nach denen er entweder auf inen ursprünglichen Geburtsstätten, — und dann theils mit seinen Verındten, theils mit anderen Zersetzungsproducten seiner Muttergesteine —, er auf secundären, oft weit von seiner Geburtsstätte entfernten, Lagerätten — und dann mit den daselbst schon vorhandenen Mineralvereinen — Associationen auftritt.

Interessante Fundorte von dem Stilbit befinden sich vorzüglich f Island, den Faröern; zu Andreasberg am Harz; im Fassathal Tyrols; Schottland bei Dumbarton; bei Arendal in Norwegen (Barboe-Grube); dem Vendayah Gebirge in Hindostan u. s. w.

Zusätze:

1) Ein sehr naher Verwandter des Stilbites ist der Epistilbit, welcher fast dieselbe chemische Zusammensetzung hat wie der erstere, aber in rhombischen Säulenformen auftritt und ein spec. Gew. = 2,24—2,36 besitzt. Bei Berufjord auf Island.

2) Ein verhältnissmässig wenig verbreiteter Zeolith ist der Laumontit oder Lomontit: Monoklinische, meist zu Drusen verbundene, Säulenformen, welche sich prismatisch vollkommen spalten lassen, aber gewöhnlich sehr mürbe, mehlig und zerbrechlich sind, weil sie an der Luft sehr rasch verwittern; ausserdem in stengeligen Aggregaten, welche, namentlich wenn ihre Stangen sehr lang sind (wie im Fassathale), Scoleciten oder Natrolithen nicht unähnlich sehen. — Härte = 3—3,5; spec. Gew. = 2,2—2,3. Graulichweiss bis schneeweiss, aber auch röthlich (z. B. bei Dillenburg). Auf den Spaltflächen perlmutterglänzend, sonst aber seidenglänzend; durchsichtig bis fast undurchsichtig. — Vor dem Löthrohr unter Anschwellen zu weissem Email schmelzend. In Salzsäure vollständig und unter Abscheidung von Kieselgallerte zersetzbar. — An der Luft zu Mehlzeolith ver-

witternd, aber ins Wasser gelegt wieder frisch werdend. — Aus 51,6 Kieselsäure, 21,5 Thonerde, 11,8 Kalkerde und 15,1 Wasser bestehend und demnach auf die Formel $(\ddot{\text{Al}}\dddot{\text{Si}}^3 + \dot{\text{Ca}}\dddot{\text{Si}}) + 4$ aq. zurückführbar.

Er ist interessant, weil er sich in Prehnit und in Orthoklas umwandeln kann (vgl. die Beschreibung des Orthoklases S. 582 und Blum's Pseudomorph. S. 100 und 104, sowie den Nachtrag I. dazu S. 60). Man findet ihn hie und da theils in Augit, theils in Hornblende reichen Gesteinen sowohl in Blasen-, wie auf Klufträumen. In basaltischen Gesteinen zeigt er sich in Gesellschaft von Prehnit, Desmin, Natrolith u. a. Zeolithen; in Glimmer- oder Hornblendegesteinen aber erscheint er theils in Kalkspath eingewachsen theils im Vereine von Quarz, Chlorit, Epidot und Apatit.

§. 98. 6. **Chabasit.**

[Namen von einem in Orpheus Gedichten erwähnten Minerale χαβαζιος entlehnt. — Synom. Chabazie (Rose und Hauy), Chabasin, Schabasit, Cuboisit, Acadiolith, Haydenit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Rhomboëder, bei denen der Polkantenwinkel (P) 94° 46′ beträgt, welche also dem Würfel nahe kommen; oder Combinationen von dem Rhomboëder mit einem zweiten Rhomboëder, welche sich durch Abstumpfungsflächen auf den Polkanten des ersten Rhomboëders offenbaren (R mit — $\frac{1}{2}$ R); oder endlich Zwillingskrystalle, welche sich sehr häufig in der Weise durchkreuzen, dass die Mittelecke des einen aus der Flächenmitte der anderen hervortreten (bei denen also die Zwillingsaxe zugleich die Hauptaxe ist). Die Krystalle in der Regel klein, oft parallel den Polkanten gestreift und meist in Drusen stehend. Selten in krystallinisch körnigen Aggregaten. — Die Spaltbarkeit nach den Rhomboëderflächen ziemlich vollkommen; der Bruch uneben bis unvollkommen muschelig. — Härte = 4—4,5; spec. Gew. = 2,07—2,15. Vorherrschend farblos oder weiss, selten gelblich oder röthlich; glasglänzend und durchsichtig bis nur an den Kanten durchscheinend.

b. Chemisches Verhalten und Bestand. — Im Glasrohre viel Wasser ausschwitzend. Vor dem Löthrohre anfangs anschwellend und sich krümmend, dann ruhig zu kleinblasigem Email schmelzend. — In Salzsäure unter Abscheidung von schleimigem Kieselpulver vollständig zersetzbar.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach kann man nach Rammelsberg die Chabasite in kieselsäurereichere, 50,5—52 pCt. $\dddot{\text{Si}}$ haltige, und in kieselsäureärmere, 45—50 pCt. haltige eintheilen. Den ersteren, in denen auf 2 Atom Kalkerde (und Alkali), 2 At. Thonerde, 9 At. Kieselsäure nnd 12 At. Wasser kommen, steht die Formel $(\dot{\text{Ca}}^2\dddot{\text{Si}}^3 + 2\ddot{\text{Al}}\dddot{\text{Si}}^2)$

$+$ 12 aq. zu; die zweiten dagegen, welche am häufigsten vorkommen und vorherrschend 48 pCt. Kieselsäure enthalten, bestehen aus 1 Atom Kalkerde (und Natron), 1 Atom Thonerde, 4 Atom Kieselsäure und 6 Atom Wasser, also in 100 Theilen aus 48,00 Kieselsäure, 20,00 Thonerde, 10,96 Kalkerde und 21,04 Wasser, und erfordern die Formel $(\dot{C}a\ddot{S}i + \dddot{A}l\ddot{S}i^3)$ $+$ 6 aq. In ihnen aber kommt neben der Kalkerde fast stets noch Natron vor, dessen Menge oft die Hälfte des Kalkgehaltes beträgt, so dass in der eben angegebenen Formel $\left(\left.\begin{matrix}\frac{1}{2}\ \dot{C}a\\ \frac{1}{2}\ \dot{N}a\end{matrix}\right\}\ddot{S}i + \dddot{A}l\ddot{S}i^3\right)$ $+$ 6 aq. gesetzt werden muss.

Bemerkung: Man (Johnston) hat den grösseren Kieselsäuregehalt mancher Chabasite dadurch zu erklären gesucht, dass der Masse des Chabasites Quarztheilchen beigemischt seien, Rammelsberg aber bezweifelt dies, da nach Abzug der in Sodalösung unlöslichen Kieselsäure immer noch 52 pCt. Kieselsäure in der Chabasitmasse übrig blieben.

c. Verwitterung. An trockner Luft liegend verdunstet der Chabasit Wasser (nach Damour 7,2 pCt.) und wird dadurch trübe, rauh und mehlig; bringt man ihn dann an feuchte Orte, so saugt er auch wieder Wasser ein und wird in Folge davon wieder durchsichtig glatt. Ist aber erst diese Wasserabgabe bis in sein Innerstes vorgedrungen, dann wird er nicht wieder fest und wasserhell, auch wenn man ihn mit nassem Fliesspapier umhüllt.

Damour giebt an, dass der Chabasit bei 100° anfängt, Wasser abzugeben (er thut dies aber schon bei 40° R, wie ich vielfach beobachtet habe) und bei 300° 19 pCt. verliert, die er an feuchter Luft wieder anzieht (das ist richtig; er wird aber nicht wieder durchsichtig).

Aus dem mürbe gewordenen Chabasit zieht das Kohlensäure haltige Meteorwasser die Kalkerde, so dass zuletzt jene — schon beim Skolecit und Natrolith erwähnte — kaolinische Substanz übrig bleibt. Tritt aber zu einem solchen Chabasit eine Lösung von kohlensaurem Alkali, so setzt sich dieses an die Stelle der Kalkerde, und macht den Chabasit wieder fest und orthoklasähnlich. Dies ist unter anderem der Fall bei dem von Suckow (Verwitterung im Mineralreiche S. 148) analysirtem Chabasit, welcher in dem „glänzenden Theile" seines Krystalles 48,40 Kieselsäure, 19,13 Thonerde, 1,88 Kalk, 1,47 Natron, 8,13 Kali und 21,01 Wasser enthielt.

Ob aber der Chabasit in wirklichen Orthoklas auf die eben angegebene Weise übergeht, ist mir nicht bekannt.

d. Vorkommen und Associationen. Wie der Skolecit und Natrolith, so ist auch der Chabasit ein Hydratisations- und Auslaugungsproduct des Labradors, in manchen Fällen vielleicht auch des Oligoklases. Er findet sich darum auch vorherrschend in dem Gebiete der Basalte, Do-

lerite, Klingsteine, Augitgrünsteine und Melaphyre, auch wohl der Leucitlaven. Sein Wohnsitz ist namentlich in den Blasenräumen der Mandelsteine oder auch der porösen und klüftigen und zelligen Tuffe von den ebengenannten Felsarten, aber auch in den Ritzen, Spalten und Klüften derselben; ja manchmal erscheint er auch in Basalten eingewachsen. In diesen Wohnsitzen bildet er in der Regel schöne Drusen, deren Krystalle gewöhnlich hirsen- bis erbsengross sind, bisweilen aber auch die Grösse von 1 Zoll im Durchmesser erhalten und dann wirklich manchmal Flussspathwürfeln recht ähnlich sehen. Häufig erscheint er alsdann von Prehnit, Desmin, Stilbit, Phillipsit oder auch von Aragonit, feinen Magnesiaglimmerblättchen und Chloritschüppchen begleitet (z. B. ehemals an der schon oft genannten Kupfergrube und gegenwärtig noch in den schönen Basalttuffen der Rhön). — In den Melaphyrmandelsteinen von Oberstein im Nahethal tritt er ferner ebenfalls in schönen Krystallen, namentlich in Durchkreuzungszwillingen, und hier bisweilen im Innern der Achatmandeln auf. — In dem Augit und Hornblende haltigen Basalttuffe von Hartlingen im Herzogthum Nassau erscheint er endlich nach Frid. Sandberger (Uebersicht der geol. Verhältnisse des Herzogth. Nassau S. 76 ff. u. 98) in einer höchst merkwürdigen Verbindung mit den Augit- und Hornblendekrystallen. Die Augitkrystalle überkleidet er mit einer Krystallrinde, „wie Zuckerkrystalle einen Faden"; die Hornblendekrystalle überzieht er nicht blos, sondern durchdringt sie auch, so dass die Spaltflächen der letzteren theilweise ganz mit Chabasit bedeckt sind und die ganze Verbindung das deutliche Ansehen einer Umwandlung der Hornblende in Chabasit gewinnt. Bei der Beschreibung der Umwandlungen der Hornblende wird davon weiter die Rede sein.

Ausserdem hat man ihn auch schon auf Erzgängen im Uebergangs- und Urschiefergebirge (z. B. auf der Grube Felicitas bei Andreasberg) beobachtet.

Der Chabasit gehört zu den verbreitesten Zeolithen. Besonders interessante Fundstätten von ihm sind: das Vogelsgebirge (Gelnhaar); Rhöngebirge (bei Gersfeld); Böhmen (bei Aussig), Tyrol (Puferloch an der Seiser Alp, bei Klausen in Chalzedonkugeln, Monzoniberg bei Vigo); Oberstein an der Nahe (am Kirchberge und bei Idar); Insel Skye (Felsen von Storr); Faröer u. s. w.

Zusätze:

1) Der rhomboëdrische Phakolith, welcher bei Leipa in Böhmen vorkommt, und der in rhomboëdrischen, an den Seitenrändern abgestumpften, Tafeln auftretende Levyn von Skye und Island sind nahe Verwandte des Chabasites.

2) Der in hexagonalen, an den Polecken und den Mittelkanten abgestumpften, Pyramiden auftretende, gelblich- oder röthlichweisse Gmelinit, welcher aus 20,7 Wasser, 47,6 Kieselsäure, 19,7 Thonerde und

12 Natron besteht, in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte löslicher, ist ein Natronchabasit. Er kommt namentlich auf der Seiser Alp bei Vicenza und auf Antrim vor.

§. 99. 7. Analcim.

[Von αναλκις, kraftlos, schwach, weil er durch Reiben nur schwach electrisch wird. — Synon.: Analcime (Haug u. Phill.). — Cuboit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Tesserale Formen, unter denen am meisten Ikositetraëder, seltener Würfel, welche an der Stelle ihrer Ecke dreiflächige Pyramiden tragen (also Combinationen vom Würfel mit dem Ikositetraëder, $\infty O \infty \,.\, 2O2$, sind) vorkommen. Die Krystalle von 1 Lin. bis 3 Zoll im Durchmesser, meist in Drusen, bisweilen auch eingewachsen. Ausserdem auch körnige Aggregate. Bemerkenswerth ist, dass Orthoklas und Prehnit bisweilen in der Krystallform von Analcim auftreten, wie umgekehrt der letztere auch Pseudomorphosen nach Leucit bildet (siehe unter c. die Umwandlungen). — Die Spaltbarkeit unvollkommen nach den Würfelflächen. Bruch uneben bis unvollkommen muschelig. — Härte = 5,5; spec. Gew. = 2,1 - 2,28. — Gewöhnlich farblos oder weiss; bisweilen auch graulich, röthlich bis fleischroth. Glas- bis wachsglänzend, selten perlmutterig; durchsichtig bis fast undurchsichtig.

b. Chemisches Verhalten und Bestand. Im Glasrohre Wasser ausschwitzend; der farblose wird dabei weiss, trübe und mürbe. — Vor dem Löthrohre geschieht zuerst dasselbe; dann aber wird er wieder klar und schmilzt ohne Aufblähung ruhig zu klarem Glase. — In Salzsäure leicht unter Abscheidung von schleimiger oder gelatinöser Kieselsäure zersetzbar.

Seinem Bestande nach erscheint der Analcim als eine Verbindung von einfachkieselsauren Salzen (Bisilicaten) mit 2 Atom Wasser, welche in 100 Theilen aus 55,15 Kieselsäure (= 4 Atom), 23,00 Thonerde (= 1 At.), 13,87 Natron (= 1 At.) und 7,98 Wasser (= 2 At.) besteht und die Formel: $(\dot{Na}\,\dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^3) + aq.$ beansprucht. Indessen enthalten manche Analcime als theilweise Stellvertreter des Natrons 1—3 pCt. Kalkerde (der von Niederkirchen in Rheinbaiern nach Riegel sogar 5,82 pCt.) und etwas Kali (einer von den Cyklopeninseln nach Sartorius sogar 4,46 pCt.) Sollte nicht der Kali- und Kalkgehalt erst bei dem Umwandlungsprocesse in die Masse des Analcims gekommen sein?

Als Abarten des Analcims sind anzusehen: der Cuboit Breithaupts vom Berge Blagodat im Ural; der 10 pCt. Magnesia haltige Pikranalcim vom Monte Catini; der Authalith aus dem Mandelsteine der Kilpatrikhügel und der Eudnophit aus dem Syenite nach Lamöe.

c. Umwandlungen. Gegen die Verwitterungspotenzen verhält sich der Analcim wie der Natrolith; wie dieser bildet er zuletzt eine weisse kaolinische Substanz, welche an der feuchten Lippe klebt, begierig Wasser und Oele einsaugt und sich seifig anfühlt. Aber der Analcim ist auch, — zumal, wenn er erst eines Theiles seines Krystallwassers beraubt worden ist —, geneigt, von Aussen her auf ihn eindringende Lösungen von Kali- und Kalksalzen in sich aufzusaugen, mit diesen Salzen die Säure theilweise umzutauschen und sich in Folge davon unter Ausstossung der hierbei entstandenen löslichen Salze in andere Silicate, so namentlich in Orthoklas und Prehnit, umzuwandeln.

1) Nach G. Bischof (Chem. Geol. II. S. 1272 f.) kommt in dem Mandelstein von Dillenburg Analcim in Orthoklas umgewandelt vor. „Es muss in diesem Falle der Analcim $\frac{3}{4}$ Kalisilicat aufgenommen und Natron und Wasser ausgeschieden haben.“ Es ist dieser Process möglich, wenn Gewässer, welche kohlensaures Kali und Kieselsäure enthalten, in die Masse des Analcims eindringen; denn Natronsilicat wird durch kohlensaures Kali in Kalisilicat und auslaugbares kohlensaures Natron zersetzt.“

2) Nach Blum (Pseudom. S. 100. 104 und Nachträge S. 60) kommen am Sattel bei Niederkirchen (Nassau) deutliche Pseudomorphosen von Prehnit nach Analcim vor. Es muss in diesem Falle der Analcim Kalksilicat aufgenommen haben. Blum ist der Ansicht, dass Datolith, welcher stets diese Pseudomorphosen umschliesst und sich in einem theilweise zersetzten Zustande befindet, dem Analcim die Kalkerde geliefert hat. In dem Datolith befindet sich nämlich borsaure Kalkerde; löst sich diese in kohlensaurem Wasser auf und kommt nun mit der Masse des Analcims in Berührung, so entsteht durch Austausch der Säuren unlösliche kieselsaure Kalkerde und auslaugbares Natron.

d. Vorkommen und Associationen. Der Analcim kommt zwar hie und da in der Masse anderer Gesteine eingewachsen vor, so im Basalte und Melaphyr (z. B. an der Seisser Alpe) oder im Zirkonsyenite (von Brevig und Laurwig in Norwegen) oder in dem Magneteisenerze des Augitporphyrs am Blagodat bei Kuschwinsk im Ural; aber seine Haupttheimath befindet sich in den Blasenräumen, Drusenhöhlen und Gangspalten der Basaltite, Diabasite und Melaphyre, also wiederum der Labrador, Oligoklas, Anorthit und Augit oder Kalkhornblende haltigen Felsarten. In diesen Wohnräumen tritt er entweder für sich allein oder in Gesellschaft von anderen Zeolithen, so namentlich von Natrolith, Skolecit, Chabasit, Harmotom, Prehnit, Apophyllit oder Datolith, oder auch von Augit, Uralit und Grünerde (so namentlich auf den Cyklopeninseln bei Catania, am Aetna, am Montecchio maggiore bei Vicenza, in der Seisser Alpe (vorzüglich am Frombache) auf. —

Selten dagegen verirrt er sich auf Erzgänge oder Lager im Urschiefergebirge, so auf die Silbererzgänge von Andreasberg oder auf die Magneteisenerzlager von Arendal und am Blagodat (vgl. Hausmann Miner. S. 779).

Interessante Fundorte und schöne Krystalle des Analcims befinden sich namentlich in Tyrol an der Seisser Alp, am Berge Cipit und Molignon; auf den Cyklopen-Inseln; an den Kilpatrik-Hügeln bei Dumbarton in Schottland; bei Almas und Tökerö in Siebenbürgen u. s. w.

§. 100. 8. Phillipsit.

[Namen zu Ehren des englischen Mineralogen J. Phillips; Synon.: Kalkharmotom; Kaliharmotom; Christianit; Gismondin und wahrscheinlich auch Czeagonit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Rhombische Gestalten, deren Pyramiden-Polkanten Winkel $120^{\circ}\ 42'$ und $119^{\circ}\ 18'$ sind. Am meisten Prismen, welche tetragonalen Säulen ähnlich sehen, mit vierflächiger, auf die Seitenkanten aufgesetzter, Zuspitzung; in der Regel Zwillinge, welche sich gegenseitig durchkreuzen und sogenannte Kreuzkrystalle bilden (daher der Name: Kalkkreuzstein.) — Spaltbarkeit unvollkommen nach der Brachy- und Makrodiagonalen. — Härte = 4,5; spec. Gew. = 2,15—2,20. Vorherrschend weiss oder farblos; bisweilen auch grau, gelblich oder röthlichweiss; glasglänzend; durchsichtig bis an den Kanten durchscheinend.

b. Chemisches Verhalten und Gehalt. Im Glasrohre viel Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohre sich aufblähend und zu klarem Glase schmelzend. — In Salzsäure sich unter Abscheidung von Kieselgallerte vollkommend zersetzend. Seinem chemischen Bestande nach erscheint der Phillipsit als eine Verbindung von 1 At. Kalk (und Kali). 1 At. Thonerde, 4 At. Kieselsäure und 5 At. Wasser, also als eine Verbindung von Bisilicaten, welcher die Formel $\left(\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{K}\end{matrix}\right\}\ddot{Si} + \ddot{\ddot{Al}}\,\ddot{Si}^3\Big) + 5\,aq.$ zusteht. Hiernach enthält er in 100 Theilen 48,53 Kieselsäure, 20,22 Thonerde, 7,35 Kalkerde, 6,19 Kali und 17,71 Wasser.

c. Vorkommen und Associationen: Der Phillipsit ist bis jetzt nur in Blasenräumen von Basalten, Leucitlaven und Phonolithen beobachtet worden, so am Habichtswalde bei Cassel, am Stempel bei Marburg, zu Annerode bei Giessen, Nidda am Vogelsberge, am Kaiserstuhl in Breisgau; bei Hauenstein in Böhmen; am Capo di Bove bei Rom; am Vesuv; in Antrim, Irland u. s. w.

Anhang: 1) Ein Verwandter des Phillipsites ist der Harmotom, welcher aus 47,25 Kieselsäure, 15,67 Thonerde, 23,35 Baryterde und 13,75 Wasser besteht, eine Härte = 4,5; ein spec. Gew. = 2,39—2,50 hat, ebenfalls in rhombischen Durchkreuzungszwillingen auftritt und

bis jetzt vorherrschend auf Erzgängen, z. B. bei Andreasberg; bei Oberstein aber auch im Melaphyrmandelstein gefunden worden ist.

§. 101. Rückblicke auf die Gruppen: Feldspathe, Leucite und Zeolithe.

1) In den Gruppen der Feldspathe, Leucite und Zeolithe ist das Sauerstoffverhältniss des Monoxydes zum Sesquioxyd wie 1 : 3, während das der Kieselsäure 4, 5, 6, 8, 9 oder 12 ist; sie lassen sich demnach alle unter die Formel $\dot{R}\,\dddot{Al} + n\ddot{Si}$, wozu bei den Zeolithen noch $n\dot{H}$ tritt, bringen und sind also unter sich verwandt. (Die Feldspathe und Leucite verhalten sich zu den Zeolithen, wie die Mütter zu ihren Kindern).

2) Stellt man die oben beschriebenen Arten nach ihren Sauerstoffverhältnissen und Bestandesformeln zusammen, so erhält man folgende Sauerstoffgruppen:

Gruppe		Art und Formel	Verhältniss
I. Feldspathige Arten mit: 1:3:12O	Feldspathe .	Orthoklas $= \dot{K}\ddot{Si}^3 + \dddot{Al}\ddot{Si}^3$	
		Albit $= \dot{Na}\ddot{Si}^3 + \dddot{Al}\ddot{Si}^3$	
	Zeolithe . .	Stilbit $= \dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3 + 5aq$	
		Desmin $= \dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3 + 5aq$	
II. Feldspathige Arten mit: 1:3:9O oder 1:3:8O	Feldspathe	Oligoklas $= (\dot{Ca}^2 + \dot{Na} + \dot{K})^2\ddot{Si}^3 + 2\dddot{Al}\ddot{Si}^3$	$= 1:3:9:5$
	Leucite:	Leucit $= \dot{K}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3$	$= 1:3:8$
	Zeolithe:	Kieselchabasit $= (\dot{Ca}^2\ddot{Si}^3 + 2\dddot{Al}\ddot{Si}^3) + 12aq$	
		Phillipsit $= [(\dot{Ca} + \dot{K})\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3] + 5aq$	1:3:9:5
		Harmotom $(\dot{Ba}^2\ddot{Si}^3 + 2\dddot{Al}\ddot{Si}^3) + 10aq$	
		Gmelinit $= [(\dot{Ca} + \dot{Na})\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3] + 6aq$	
		Laumontit $= (\dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}) + 4aq$	1:3:8
		Chabasit $= (\dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3) + 6aq$	
		Analcim $= (\dot{Na}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3) + 2aq$	
III. Feldspathige Arten mit: 1:3:4—6O.	Feldspathe .	Labrador $= (\dot{Ca} + \dot{Na})\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^2$	$= 1:3:6$
		Anorthit $= \dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}$	$= 1:3:4$
	Leucite:	Nephelin $= (\frac{4}{5}\dot{Na} + \frac{1}{5}\dot{K})^4\ddot{Si} + \dddot{Al}^2\ddot{Si}^3$	$= 1:3:4{,}5$
	Zeolithe:	Skolezit $= \dot{Ca}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^2) + 3aq$	$= 1:3:6:2$
		Natrolith $= (\dot{Na}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^2) + 2aq$	$= 1:3:5:2$
		Thomsonit $= [(\dot{Ca} + \dot{Na})\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}] + 5aq$	$= 1:3:4:2{,}5$

3) Die zu einer und derselben Gruppe in dieser Zusammenstellung gehörigen Arten gehen wahrscheinlich ineinander über und zwar in der Weise, dass die Feldspathe oder Leucite in einer solchen Gruppe die Mutterminerale der in eben dieser Gruppe vorkommenden Zeolithe sein mögen.

4) Aus eben dieser Zusammenstellung ersieht man auch, dass unter den Monoxyden das Kali, Natron und die Kalkerde vorherrschen, und zwar in der Weise, dass bei den Feldspathen der I. Gruppe und den Leuciten das Kali und Natron vorherrscht, die Kalkerde aber zurücktritt; dagegen bei den Feldspathen der II. und III. Gruppe den Zeo-

lithen aller drei Gruppen und dem Nephelin das Kali mehr und mehr zurücktritt und das Natron oder die Kalkerde herrschend wird.

5) Zugleich bemerkt man auch, dass die Magnesia, das Eisen- und Manganoxydul in allen drei Familien der feldspathigen Mineralien eine sehr untergeordnete Rolle spielen, ja meistens ganz fehlen.

6) Alle Glieder dieser drei Familien geben bei ihrer Verwitterung Kaolin oder wenigstens kaolinische Substanzen. Ihre Verwitterungsschnelligkeit hängt von ihrem Reichthume einerseits an Kieselsäure, andererseits an Kalkerde ab; jedoch werden bei gleichgrossem Kalkerdegehalt die Glieder der III. Sauerstoffgruppe leichter verwittern, als die der I.' und II. Gruppe, weil sie kieselsäureärmer sind.

7) Die feldspathigen Mineralienarten liefern bei ihrer Verwitterung ausser dem Kaolin im Wasser lösliche Silicate und Carbonate der Alkalien und alkalischen Erden, sowie auch lösliche Kieselsäure. Durch diese löslichen Auslaugungsproducte der feldspathigen Minerale werden die mit ihnen in Verbindung stehenden Mineralarten, namentlich die Turmaline, Amphibole, Augite und Glimmerarten, auf das Mannichfaltigste umgewandelt.

8) Es erscheinen also die verwitternden Feldspathe, Leucite und Zeolithe als die Hauptmagazine, aus denen die Umwandlungsagentien für andere Silicate hervorgehen.

V. Gruppe: Amphibolite.

[Der Namen ist vom griech. ἀμφίβολος, zweideutig, entlehnt, weil manche Arten derselben sowohl unter sich als auch mit anderen Mineralien dem Anscheine nach verwechselt werden können.

§. 102.

§. 102a. Allgemeiner Charakter. Vorherrschend schwarz, grün oder dunkelbraun gefärbte, glas- oder bronzeglänzende, in monoklinischen (sechs- oder achtseitigen, nach oben und unten durch zwei, drei oder mehr Flächen zugeschärften oder zugespitzten), Säulen, Stangen und Nadeln auftretende Bisilicate ($\dot{R}\ddot{S}i$), deren Härte = 4—6 und das spec. Gewicht = 2,8—3,6 ist. — In Salzsäure wenig oder nicht zersetzbar.

Unter ihren chemischen Bestandtheilen herrscht Magnesia, Kalkerde, Eisen- und Manganoxydul vor, während die Alkalien (Kali und Natron) sich nur bei einigen Arten (namentlich Hornblenden) bemerklich machen, und die Thonerde entweder ganz fehlt oder, wenn sie in grösseren Mengen auftritt, als Säure die Kieselsäure theilweise vertreten muss, so dass die hierher gehörigen thonerdehaltigen Arten als Verbindungen von Bisilicaten und Bialuminaten anzusehen sind. Eigenthümlich ist es dann auch, dass grade in denjenigen

Arten, in welchen die Thonerde die Kieselsäurevertreterin bildet, oder in mehreren derjenigen Arten, in welchen die Thonerde mehr oder weniger fehlt; statt ihrer das Eisensesquioxyd ($\ddot{\text{F}}e$) als Basis auftritt.

Die hierher gehörigen Mineralien bilden also in chemischer Beziehung den Gegensatz zu den Feldspathen und Leuciten, bei welchen bekanntlich grade die Magnesia und das Eisenoxydul zurücktritt oder ganz fehlt, während die Alkalien und die Thonerde als Basen vorherrschen. Beide Mineralarten ergänzen sich darum gewissermassen in den von ihnen gebildeten Felsgemengen, so dass, wenn man von dem Eklogitfels absieht, die Amphibolite stets nur in der Verbindung mit Feldspathen oder Leuciten in den gemengten krystallinischen Felsarten auftreten. Beide Gruppen wirken auch mannichfach bei ihrer Umwandlung durch ihre Auslaugungsproducte auf ihre gegenseitige Metamorphosirung ein, so dass das Gebiet der aus ihnen zusammengesetzten Felsarten den reichsten Sitz der verschiedenartigsten Mineralarten bildet.

§. 102b. Uebersicht der Arten. Geht man von den morphologi- Eigenschaften aus, so lassen sich sämmtliche Arten der Amphibolite in zwei Sippen abtheilen, nämlich:

A. in die Hornblende- und Amphibolarten, und

B. in die Augit- oder Pyroxenarten.

Jede dieser beiden Sippen zerfällt nun weiter, je nach ihrem Thonerdegehalte:

A. in Thonerde reiche und B. in Thonerde arme.

Und jede von diesen letzten Abtheilungen umfasst dann nochmals:

I. Eisenoxyd haltige und II. Eisenoxyd freie.

Mit Berücksichtigung aller dieser Merkmale lassen sich die sämmtlichen Amphibolitarten in beifolgende Uebersicht bringen, in welcher

1) zur Vergleichung und Unterscheidung der beiden Sippen die sich etwa entsprechenden Arten neben einander gestellt erscheinen,
2) die zusammengesetzten Arten obenan stehen, weil sie wahrscheinlich die Muttermineralien der unter ihnen folgenden einfacher zusammengesetzten Arten (durch Auslaugung) sind und auch geologisch die meiste Bedeutung haben,
3) die zu unterst stehenden, einfachsten Arten eigentlich nur als die Auslaugungsproducte der über ihnen stehenden zusammengesetzteren Arten anzusehen sind.

			A. **Amphibolite**, deren Krystalle nach den Flächen eines Prismas von 87° 6′ mehr oder weniger spaltbar sind, also: **Augitarten**	B. **Amphibolite**, deren Krystalle nach den Flächen eines Prismas von 123½ bis 124½° sehr vollkommen spaltbar sind, also: **Hornblendearten**.
Thonerde-reiche	Eisenoxyd-reiche		1) **Gemeiner Augit** und zwar: a. Eisenoxydhaltiger: $\dot{R}\ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}\ddot{Si}^3 + \dot{R}^3\dddot{Al}^2$ $[\dot{R} = \dot{C}a$ (16-22 pCt); $\dot{M}g$ (12-15 pCt); $\dot{F}e$ (7-12)]	1) **Gemeine Hornblende** und zwar: $\dot{R}\ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}\ddot{Si} + \dot{R}\dddot{Al}^2$ a. Kalkhornblende: $\dot{C}a$(10-14pCt) herrscht vor; reich an $\ddot{\overline{Fe}}$.
Thonerde-arme oder freie	Eisenoxyd-arme		b. Eisenoxydfreier: $n\dot{R}\ddot{Si} + 3\dot{R}^3\dddot{Al}^2$ $[\dot{R} = \dot{C}a$(16-22pCt); $\dot{M}g$ (12-15pCt); $\dot{F}e]$	b. Magnesiahornblende: $\dot{M}g$(21-27pCt); arm an $\ddot{\overline{Fe}}$; stets Thon- u. meist auch Titansäure haltig.
	Eisenoxyd-haltige [22-25$\ddot{\overline{Fe}}$]		2) **Akmit** $= 3\dot{R}\ddot{Si} + 2\ddot{\overline{Fe}}\ddot{Si}$. — $[\dot{R} = \frac{3}{4}\dot{N}a + \frac{1}{4}\dot{F}e]$ 3) **Aegirin** $= 3\dot{R}\ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}\ddot{Si}$. — $[\dot{R} = \frac{1}{3}\dot{N}a + \frac{1}{3}\dot{C}a + \frac{1}{3}\dot{F}e]$	2) **Arfvedsonit** $= 2\dot{R}\ddot{Si} + \ddot{\overline{Fe}}\ddot{Si}^3$. — $[\dot{R} = \frac{3}{4}\dot{N}a + \frac{1}{4}\dot{F}e]$.
	Eisenoxyd-freie (oder arme)	Magnesia-haltige: a) kalkhaltige	4) **Diopsid** $= \dot{C}a\ddot{Si} + \dot{M}g\ddot{Si}$ oder $(\dot{C}a + \dot{M}g + \dot{F}e)\ddot{Si}$ **Asbest, Amianth, Byssolith** 5) **Diallag** $= n\dot{C}a\ddot{Si} + n\dot{M}g\ddot{Si} + \dot{F}e\ddot{Si}$ 6) **Uralit** (der Masse und Spaltbarkeit nach Hornblende, der Form nach Augit).	3) **Strahlstein** $= \dot{M}g\ddot{Si} + \dot{C}a\ddot{Si} + \dot{F}e\ddot{Si}$. 4) **Tremolit** $= 3\dot{M}g\ddot{Si} + \dot{C}a\ddot{Si}$.
		b) kalklose	7) **Hypersthen** $= n\dot{M}g\ddot{Si} + \dot{F}e\ddot{Si}$. — ($n = \frac{3}{2}$-3). 8) **Bronzit** $= n\dot{M}g\ddot{Si} + \dot{F}e\ddot{Si}$. — ($n = 4$-7). 9) **Enstatit** $= \dot{M}g\ddot{Si}$.	5) **Anthophyllit** $= n\dot{M}g\ddot{Si} + \dot{F}e\ddot{Si}$. — ($n = 3$ od. 6).
		Magnesialose	Rhodonit $= \dot{M}n\ddot{Si}$. Wollastonit $= \dot{C}a\ddot{Si}$.	Cummingtonit $= \dot{M}n\ddot{Si}$. Wollastonit $= \dot{C}a\ddot{Si}$.

Bemerkung: Wollastonit, Rhodonit und Cummingtonit gehören krystallisch eigentlich nicht in die Gruppe der Amphibolite, aber sie scheinen die letzten Zersetzungsprodukte derselben zu sein; darum wurden sie aufgenommen. Es sind überhaupt in der vorstehenden Uebersicht die einzelnen Arten so unter einander gestellt worden, wie sie muthmasslich bei der Umwandlung der Amphibolite aus einander entstehen können. — Vielleicht hätte nach dem Enstatit noch der Serpentin folgen sollen, aber derselbe entsteht auch aus Pyrop.

§. 102c. Die Verwitterung und Umwandlung der Amphibolite. — Ueber die Verwitterung dieser Gruppe von Mineralien lassen sich im Allgemeinen folgende Thatsachen aufstellen:

1) Die kalkreichen Arten verwittern unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen schneller als die an Kalk armen oder leeren;

2) Enthalten sie Eisenoxydul, so beginnt ihre Verwitterung mit der höheren Oxydation und Ausscheidung dieser als Eisenoxydhydratrinde; dann erst folgt die Auslaugung der etwa vorhandenen Kalkerde als Bicarbonat. Daher bemerkt man auf solchen Eisenoxydul und Kalkerde haltigen Amphiboliten zuoberst eine ockergelbe Eisenoxydrinde und unter dieser meist eine weisse, mit Säuren brausende, Kalkrinde. — Anders aber wird dieser Process, wenn das Verwitterungswasser keinen Sauerstoff enthält, wie dies der Fall ist, wenn dasselbe in oberen Gesteinslagen seinen Sauerstoff schon abgegeben hat und nun in tiefer liegende Gesteinsmassen eindringt. In diesem Falle wird zuerst die Kalkerde als Bicarbonat ausgelaugt und dann das in der Amphibolitmasse vorhandene Eisenoxydulsilicat fast gleichzeitig mit dem etwa vorhandenen Manganoxydul- und Magnesiasilicat in kohlensaurem Wasser aufgelöst und auf die Absonderungsflächen des verwitternden Minerales getrieben, an welchen es bei rascher Verdunstung des Lösungswassers einen zuerst fast violett schillernden, fest ansitzenden, später aber blaugrünen, erdigen Ueberzug von Grünerde oder von Delessit bildet. Bei reichlich vorhandenem kohlensaurem Lösungswasser werden indessen die ebengenannten gelösten Silicate des Eisen- und Manganoxydules, sowie der Magnesia durch die Kohlensäure ihres Lösungswassers in Carbonate und freie Kieselsäure umgewandelt, welche sich nun in den Absonderungsspalten ihres Muttergesteines im Verbande mit dem ausgelaugten Kalkcarbonate als Quarz, Eisen-, Mangan-, Dolomit- und Kalkspath absetzen.

3) Enthalten die Amphibolite Thonerde in hinreichender Menge, dann bleibt nach Auslaugung ihrer, in Kohlensäure haltigem Wasser löslichen, Bestandtheile eine thonige Substanz übrig, welche theils durch beigemengtes Eisenoxyd ockergelb oder braungelb, theils durch beigemischte Grünerde schmutzig blaugrün gefärbt ist, bisweilen aber auch kieselsaures Eisenoxydul und kieselsaure Magnesia (z. B. im Steinmark, Bol, in der Bergseife und Walkerde) enthält. — Ist aber in dem Bestande dieser Minerale keine oder nur wenig Thonerde vorhanden, dann geben sie als letztes Verwitterungsproduct:

a. beim Vorherrschen von kieselsaurer Kalkerde: Quarz, Kalkspath und Eisenoxyd;

b. bei vorherrschender Magnesia: Speckstein, (Serpentin?) und auch wohl Bitter- und Braunspath;
c. bei starkem Eisen- und Mangangehalte: Eisen- und Manganerze.

4) Nach allem eben Mitgetheilten sind also als allgemeine Verwitterungsproducte der Amphibolite anzusehen:
a. als Auslaugungsproducte der verwitternden Amphibolite: Kalk-, Bitter-, Dolomit- und Eisenspath nebst Quarz;
b. als letzte Rückstände der verwitternden Amphibolite; eisenschüssiger Thon, Walkererde, Grünerde, Speckstein, (Serpentin), Eisen- und Manganoxyderze.

(Das Weitere hierüber bei der Beschreibung der einzelnen Arten.)

Die Metamorphose oder Umwandlung der Amphibolite hat soviel Eigenthümliches, wie die von keiner anderen Gruppe. Keine andere dieser Gruppen zeigt soviel Schwankendes; keine soviel verschiedene, in ihrem Ansehen und ihrer chemischen Beschaffenheit so von einander abweichende Arten, wie diese; keine wandelt sich darum auch in so verschiedenartige Mineralarten um, wie diese. Denn es lehrt die Erfahrung, dass namentlich aus dem Augit und der Hornblende ausser den schon genannten Verwitterungsproducten (Thon, Grünerde, Speckstein, Quarz, Kalk-, Dolomit-, Bitter- und Eisenspath, Braun- und Rotheisenerz, sowie Manganerzen), bei ihrer Umwandlung — sei es nun durch blosse Auslaugung, sei es durch Zutritt von kieselsauren Alkalien oder durch Austausch der vorhandenen Bestandtheile gegen neu hinzutretende, vorzüglich der Kalkerde gegen Magnesia — Magnesiaglimmer, Chlorit, Delessit, Talk (also die die ganze Gruppe der Glimmerarten), Serpentin, Asbest, Granat, Vesuvian, Epidot, Wernerit, Pinit, ja selbst Zeolithe, z. B. Chabasit, entstehen können. Alle diese so verschiedenartigen Minerale treten wenigstens in Pseudomorphosen nach Hornblende oder Augit auf und erscheinen mit ihren letztgenannten Muttermineralen in treuer und enger Association, wie weiter unten noch ausführlich gezeigt werden soll.

Das Merkwürdigste bei diesen Umwandlungen der Amphibolite ist aber, dass die meisten Arten derselben, auch wenn sie noch so selbstständig auftreten und sich bei ihrer vollständigen Entwicklung noch so unähnlich sind, aus einer einzigen Art hervorgehen können, ohne sich wieder — wenigstens soweit bis jetzt die Erfahrung lehrt — in diese Mutterart umzuwandeln. Diese Mutterart, wenigstens sehr vieler Amphibolite, ist der Augit. Für den Hypersthen, Diallag und Broncit ist diese Abstammung unbestritten anzunehmen, da sie selbst in ihren Associationen dem Augite nahe stehen; für die Hornblende dagegen möchte dieselbe nur für diejenigen Arten gelten, welche neben der Magnesia auch viel Kalkerde und Eisenoxyd enthalten und als Gefährten der kieselsäurearmen Feldspathe und auch des Augites auftreten. Diejenigen Arten der Hornblende aber, welche viel

Magnesia, wenig Kalkerde und wenig oder gar kein Eisenoxyd, ausserdem auch Natron, Kali und meist Fluor und Titansäure enthalten, sind wohl als selbstständige Urminerale anzunehmen, zumal da sie auch andererseits einen anderen Associationskreis besitzen, indem sie nur mit kieselsäurereichen Feldspathen, ja selbst mit Quarz, verbunden vorkommen und andererseits nur in den Felsarten der ältesten und älteren Formationen auftreten, während die Augite fast nur in den jüngeren und jüngsten vulcanischen Felsarten sich geltend machen.

§. 102d. Durch die eben erwähnten Umwandlungsverhältnisse lassen sich auch im Allgemeinen die verschiedenen Associationen der Amphibolite erklären. Ueber diese lehrt die Erfahrung Folgendes:

1) In den Felsarten erscheinen die Amphibolite stets mit einer Feldspathart verbunden, und zwar

   die Magnesia reichen und Thonerde haltigen vorherrschend mit kieselsäurereichen, die Magnesia armen oder Thonerde losen Amphibolite dagegen hauptsächlich mit kieselsäurearmen Feldspathen;

2) Krystallinischer Quarz ist im Ganzen im Gemenge der Amphibolite sehr zurückgedrängt:

   die Magnesia reiche Hornblende erscheint auch bisweilen im Gemenge mit demselben, aber die Magnesia armen Amphibolite treten wohl in keiner Felsart mit Quarz gemengt auf.

3) Unter den Umwandlungsproducten der Amphibolite werden im Gemenge der Felsarten am meisten beobachtet:

   a. Magnesiaglimmerarten, und zwar vorherrschend im Vereine mit kalkarmen und magnesiareichen Amphibolitarten; Kaliglimmer dagegen ist eine grosse Seltenheit (nach meinen Beobachtungen);

   b. Chlorit, und zwar unter denselben Verhältnissen wie der Glimmer. Dagegen zeigt sich der Delessit und die Grünerde vorherrschend im Gefolge der kalkreichen und Eisenoxyd haltigen Amphibolite.

   c. Kohlensaurer Kalk (körnig-krystallinischer Kalkstein), namentlich im Gemenge mit kalkreichen Amphiboliten und dann gewöhnlich auch von Kalkgranaten und Vesuvian begleitet.

   d. Magneteisenerz, vorzugsweise im Verbande mit den eisenoxydulreichen Amphibolitarten.

   e. Granat, namentlich in Gesellschaft der kalk-magnesiahaltigen, eisenoxydarmen Amphibolite; dagegen scheint der Epidot hauptsächlich den Kalkthonhornblenden zu folgen.

Specielle Beschreibung der geologisch wichtigeren Amphibolitarten.

A. Sippe des Augites oder Pyroxenes.

§. 103.

Grüne bis schwarze, seltener graue oder weisse; durchsichtige bis undurchsichtige; glasglänzende Amphibolite, welche in 6- oder 8seitigen Prismen von 87° 6′ und mit vorherrschend zweiflächiger Endzuschärfung krystallisiren, aber auch in körnigen, stengeligen, faserigen, schaligen oder körnigblättrigen Aggregaten auftreten; in der Richtung ihrer Prismenflächen nicht vollkommen spaltbar sind, eine Härte = 5—6 und ein spec. Gewicht = 2,9—3,5 (vorherrschend 3,1—3,3) haben. Sie sind vorherrschend Verbindungen von kieselsaurer Kalkerde mit kieselsaurer Magnesia und kieselsaurem Eisenoxydul, in denen die Kalkerde an Menge vorherrscht; jedoch fehlt es auch nicht an einzelnen Arten, welche keine Kalkerde, sondern nur Magnesia (z. B. der Enstatit) oder nur Natron und Eisenoxydul (z. B. der Aegirin und Akmit) enthalten. Auch spielt gerade in der Hauptart dieser Sippe, in dem gemeinen Augit, die Thonerde ihre zweideutige Rolle (vgl. hierzu die vorstehende Uebersicht der Arten). Dagegen scheint das Fluor und die Titansäure allen Arten dieser Sippe fremd zu sein. — Dieser Mangel sowohl, wie auch das nur in dem seltenen Aegirin und Akmit bemerkbare Auftreten eines Alkali (Natron) und endlich das gerade in den wichtigeren Arten bemerkliche Vorherrschen der Kalkerde unterscheidet die hierher gehörigen Arten des Augites von den ihnen verwandten Hornblendearten; denn wenn auch einmal in mancher Hornblende Kalkerde herrschend wird, so entfernt sie sich doch wieder theils durch ihre Armuth an Eisenoxyd, theils durch ihren Gehalt von Kali und Natron und wohl auch von Fluor und Titansäure von den ihr sonst ähnlichen Augiten.

§. 104. 1) Augit (Pyroxen).

[Der Name Augit ist vom griech. αὐγή, Glanz, gebildet und kommt schon bei Plinius (Histor. nat. XXXVII. 10) als Augites vor; Pyroxen stammt vom griech. πυρ, Feuer, und ξένος, Fremdling, weil man früher glaubte, dass das Mineral trotz seines Vorkommens in vulcanischen Felsarten durch Wasser entstanden sei. Synon.: Salit, Fassait, Pyrgom, Kokkolith, Malakolith etc.]

§. 104a. Mineralische Beschreibung: Monoklinische Gestalten, unter denen eine meist kurze, schiefe rhombische Säule vorherrscht (Fig. 15). Die schiefe Endfläche (C), welche auf zwei parallele Gegenkanten grade aufgesetzt ist, bildet gegen die Längsaxe (c) einen Winkel von 74°; der nach vorn gewendete, scharfe Winkel der Säule (∞P = M) beträgt 87° 6′. — Die scharfe vordere Kante derselben erscheint stets durch die

Orthopinakoidfläche ($\infty P \infty = r$), die stumpfe hintere Prismenkante dagegen durch die Klinopinakoidfläche ($\infty P \infty = l$) grade abgestumpft, während die beiden Endflächen der Säule durch zwei Pyramidenflächen ($P = s$), welche sich unter 120° 39′ schneiden (die sogenannten Augitpaare Weisses), zugeschärft sind. Durch alle diese Abänderungen des ursprünglichen Prismas tritt die für den Augit so charakterische schiefe 8seitige, etwas breitgedrückte, Säule mit einer dachförmigen, 2flächigen Zuschärfung an ihren beiden Endflächen hervor, welche demnach eine Combination von ∞P mit $\infty P \infty$, $\infty P \infty$ und P ist. An dieser Combination erscheint dann oft die Zuschärfungskante von P abgestumpft durch das Hemidoma $P \infty$ (P), wozu auch wohl noch an der unteren Zuschärfungspyramide die Hemipyramide $-P$(u) oder die schiefe Basis oP(t) tritt. So sind die hauptsächlichsten Combinationsformen des gemeinen Augites; an den in der Regel sehr langen Prismen des Diopsides erscheinen noch vielmehr Combinationsflächen. — Ausserdem bemerkt man auch oft Zwillingskrystalle, deren Zusammensetzungsfläche das Orthopinakoid und deren Hauptaxe zugleich die Zwillingsaxe ist (Fig. 16). — Die Krystalle zeigen sich in der Regel eingewachsen, oft aber auch aufgewachsen und dann meist zu Drusen vereinigt. — Endlich erscheinen sie auch zu körnigen, schaligen oder stengeligen bis faserigen Aggregaten verwachsen. — Die Spaltbarkeit tritt mehr oder weniger vollkommen in der Richtung des Prismas (∞P), indessen nie so vollständig wie bei der Hornblende, hervor; dagegen ist sie gradezu unvollkommen in der Richtung der Ortho- und Klinodiagonalen. Der Bruch ist muschelig bis uneben. — Härte = 5—6; spec. Gew. = 3,2—3,5. — Vorherrschend grün bis schwarz, seltener braun und am seltensten weiss bis farblos. Glasglänzend, bisweilen perlmutterartig auf den Spaltflächen. Durchsichtig bis undurchsichtig. — Das mit Wasser über eine wenig schiefliegende Glastafel geschlämmte Pulver erscheint bei durchfallendem Lichte grünlichbraun (oder grauweiss).

Bemerkung: Die Augite bilden wohl häufig parallelstengelige Aggregate, aber weit seltener als die Hornblende strahligstengelige; die Strahlsteine gehören daher vorherrschend der Hornblende an.

§. 104b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. Vor dem Löthrohre zu einem schwarzen, grünen oder grauen, oft magnetischen, Glase schmelzend. Das Pulver wird mit Kobaltsolution geglüht rosenroth. — Durch Säuren entweder gar nicht oder nur sehr unvollständig zersetzbar.

Bemerkung: Mitscherlich und Berthier haben durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure, Kalk und Magnesia in einem Kohlentiegel, im Feuer eines Porzellanofens, einen weissen, schön krystallisirten, Augit erhalten. Hornblende konnten sie niemals in dieser Weise erhalten.

Der gemeine Augit ist, wie schon auf der Uebersichtstafel der Amphibolitarten angedeutet worden ist, nach Rammelsberg eine isomorphe Mischung von Bisilicat und Bialuminat (von Monoxyden und Eisenoxyd), welcher theils die Formel $n\,\dot{R}\,\ddot{Si} + \dot{R}^3\,\dddot{Al}^2$, theils die Formel $\dot{R}\,\ddot{Si} + \dddot{Fe}\,\ddot{Si}^3 + \dot{R}^3\,\dddot{Al}^2$ zukommt, je nachdem Eisenoxyd ($\dddot{Fe}$) in ihr vorhanden ist oder nicht. R bedeutet in diesen Formeln: 16—22 pCt. (durchschnittlich 22 pCt.) Kalkerde, 12—15 pCt. (durchschnittlich 13 pCt.) Magnesia und 7—12 pCt. Eisenoxydul; der Gehalt der Thonerde dagegen beträgt durchschnittlich 5—6 pCt., so dass ein Atom derselben auf 8—10 At. Kieselsäure kommt. Die Thonerde fehlt in dem gemeinen Augite nie, wohl aber öfters das Eisenoxyd, welches überhaupt nur den Augiten der Basaltite eigen zu sein scheint; dagegen sind nach Rammelsberg und Kudernatsch die Alkalien dem frischen, noch nicht von Umwandlungsagentien ergriffenen Augite ganz fremd, wodurch er wesentlich sich von der gemeinen Hornblende unterscheidet. Bemerkenswerth erscheint es noch, dass Schill in dem Augite des Kaiserstuhls fast 25 pCt. Magnesia und über 6 pCt. Phosphorsäure gefunden hat.

Im Allgemeinen erscheint also hiernach der gemeine Augit als ein Kalk-, Magnesia-Eisen-Bisilicat, in welchem stets die Kalkerde an Menge vorherrscht, im Besondern treten jedoch in der Menge seiner einzelnen Monoxyde mancherlei Abweichungen hervor, so dass man je nach der vorherrschenden Menge des einen oder des anderen dieser Monoxyde Kalk-Magnesiaaugite, Kalkeisenaugite und Eisenaugite unterscheiden kann.

§. 104c. Die hierdurch entstehenden Abarten sind namentlich folgende:

1) Gemeiner Augit: von der obenbeschriebenen Zusammensetzung; stets thonerdehaltig, mit vorherrschendem Kalkgehalte und wohl nie ohne Eisenoxydul, oft auch mit Eisenoxyd. Krystalle von der oben beschriebenen Form, meist eingewachsen; oft auch körnige Aggregate. Dunkelgrün bis schwarz in verschiedenen Nüancen, namentlich rabenschwarz. Undurchsichtig oder höchstens an den Kanten durchscheinend.

2) Augitabarten von der Formel $\dot{Ca}\,\ddot{Si} + \dot{Mg}\,\ddot{Si}$ (oder auch $\dot{Ca}\,\ddot{Si} + \left.\begin{matrix}\dot{Mg}\\ \dot{Fe}\end{matrix}\right\}\ddot{Si}$), in denen also die Thonerde und meist auch das Eisenoxyd fehlt. Sie sind theils Kalk-Magnesiaaugite, so namentlich die Diopside, Salite und weissen bis grünen Malakolithe, theils Kalk-Eisenaugite, so der Kokkolith, theils Kalkeisenmagnesiaaugite, so der Hedenbergit u. a. Unter ihnen treten namentlich hervor:

1) Der Diopsid (von δίς, doppelt, und ὄψις, Ansicht, weil man über seine Grundform doppelte Ansicht haben könne): In langen, säulenförmigen Krystallen und breitstengeligen Aggregaten, gewöhnlich

mit einem, blasser gefärbten, Ende aufgewachsen; vollkommen spaltbar und auf den Spaltflächen starkglasglänzend. Vorherrschend lauchgrün und durchsichtig, aber auch grünlich ins Weisse und Graue. Härte = 6; spec. Gew. = 3,3. — Geht in Asbest über. Er findet sich namentlich auf Gängen im Chloritschiefer, vorzüglich in Gesellschaft von Granat und Chlorit, aber auch von Beryll, Vesuvian, Apatit (Titanit) und Magneteisenerz; ja im Teufelsteiner Granatlager in Sachsen erscheint er im Verband von Granat, Hornblende, Strahlstein, Vesuvian, Chlorit, Serpentin, Glimmer, Fluss-, Kalk-, Braun- und Manganspath, und auch von Blende, Bleiglanz, Arsen-, Kupfer-, Eisen- und Magnetkies. — Besonders schöne Krystalle finden sich mit Granat und Chlorit auf Serpentinspalten an der Mussa-Alpe in Pyemont; berühmt durch ihre Grösse sind die Diopsidkrystalle im Chloritschiefer von Schwarzenstein im Zillerthale geworden.

2) Der Fassait, welcher 4,4 Thonerde und etwa 12 Ḟe enthält, und der Pyrgom bilden fast quadratische Säulen mit sehr scharfen Kanten, welche lauch- bis dunkelgrün oder schwarz sind. Hauptsächlich bei Traversella und am Monzoniberge im Fassathale.

3) Der Kokkolith (von κοκκος, Korn) mit abgerundeten und dadurch körnig aussehenden Krystallen von dunkelgrüner bis schwarzer Farbe. Bei Arendal mit Kalkspath auf Magneteisenlagern.

4) Der Malakolith (von μάλακος, weich) mit ausgezeichneten Zusammensetzungs-Absonderungen, und der Salit von der Salasilbergrube in Westermannland in berggrünen strahligen Massen. Beide meist in schaligen und stengeligen Aggregaten und gewöhnlich in grünen Farbentönen, bisweilen auch gelb oder roth. Spec. Gew. = 3,2—3,3. — Auf Erzlagerstätten Norwegens, Schwedens und Finnlands; auch im körnigen Kalke des Fassathales. — Hierher gehört auch der grüne, oft mit weissen Hornblendeprismen verwachsene, Baikalit vom Baikalsee.

5) Der Asbest (vgl. die Hornblende).

6) Der in körnigen Aggregaten auftretende, gewöhnlich mit rothem Granat verwachsene, grasgrüne Omphazit dürfte nach Naumann auch hierher gehören.

§. 104d. Umwandlungen des gemeinen Augites. — Der gemeine Augit verwittert an feuchter Luft zwar schneller als die Hornblende, aber immer noch langsamer, als die in der Regel mit ihm verbundenen Feldspatharten, woher es kommt, dass bei Augit haltigen Felsarten — z. B. am Basalte und noch mehr am Dolerite — an der verwitternden Gesteinsoberfläche die einzelnen Augitkörner oder Krystalle noch frisch hervortreten, während der mit ihnen verbundene Labrador oder Leucit längst ausgewittert

ist. Am besten geht seine Verwitterung noch dann vor sich, wenn die ihn enthaltenden Gesteine mit Flechten bedeckt sind; denn diese halten einerseits die Feuchtigkeit zusammen und liefern andererseits Kohlensäure, — das Hauptumwandlungsagens des Augites.

Bemerkung: In den Bächen der Rhön, z. B. in der Streu und Felde kommen oft die schönsten Augitkrystalle vor, welche meistens noch so frisch sind, dass weder die Loupe noch ein chemisches Agens irgend eine Veränderung an ihnen wahrnehmen lässt.

Beginnt aber an dem Augite einmal die Verwitterung, so bemerkt man an seiner Oberfläche stets zuerst eigenthümlich violett schillernde Puncte und Flecken, welche allmählig schmutzig gelbgrün und ockergelb werden, also ein Beweis, dass zuerst sein Oxydul von dem Sauerstoffe der Luft in Oxydhydrat umgewandelt und als solches ausgeschieden wird. Schreitet nun die Verwitterung weiter vor, so bemerkt man an allen ockergelben Flecken seiner Oberfläche ein Aufbrausen, so bald man sie mit Salzsäure befeuchtet, ja gewöhnlich auch unter dem Eisenoxydüberzuge einen weissen Beschlag, welcher ebenfalls mit Säuren aufbraust; es ist also bei fortschreitender Verwitterung nach dem Eisenoxydule auch Kalkerde aus der Masse des Augites ausgeschieden worden. Die ockergelben Flecken auf der Krystalloberfläche erscheinen jetzt erdig, riechen bitterlich thonig und lassen sich schon durch Regenwasser wegschlämmen, so dass Lücken an der letzteren hervortreten. Mit Salzsäure bildet die Masse dieser Flecken eine gelbbraune Lösung, welche bei der qualitativen Untersuchung indessen nichts weiter als Eisenoxyd, kieselsaure Thonerde (Thon) und kohlensauren Kalk, bisweilen auch wohl Spuren von kohlensaurer Magnesia, zeigt. — Steht nun der so angegriffene Augitkrystall frei da und wirkt weiter nichts auf ihn ein, als das mit Sauerstoff und Kohlensäure beladene Atmosphärenwasser, dann verliert er in der oben angedeuteten Weise allmählig seinen Eisen-, Kalk- und Magnesiagehalt, so dass zuletzt von seiner Masse nichts weiter übrig bleibt, als ein durch Eisenoxyd verunreinigter und gewöhnlich mit kohlensaurem Kalk untermengter, oft aber auch kieselsaure Magnesia haltiger, lehmartiger Thon. — Befindet sich dagegen isolirter Augit in einem Gewässer, dann steht er unter dem Einflusse der in diesem aufgelösten Salze und Säuren. In diesem Falle wird er nicht nur seiner irgend löslichen Bestandtheile beraubt, sondern auch mit neuen, namentlich mit Alkalien und auch wohl Phosphorsäure, versorgt. Indessen hält es sehr schwer, die jetzt allmählig eintretenden Veränderungen verfolgen und angeben zu können. G. Bischof hat einen solchen, äusserlich abgerundeten, rauhen, matten Augit aus dem Laacher See analysirt und in demselben 50,83 Kieselsäure, 2,16 Thonerde, 21,73 Kalkerde, 3,42 Magnesia, 13,50 Eisenoxydul, 7,56 Manganoxydul, 0,38 Natron, 0,98 Kali gefunden. „Hatte derselbe vor-

her die Zusammensetzung des gemeinen, thonerdehaltigen Augites, so waren ihm durch das Kohlensäure haltige Wasser des Seees von seinen Basen (Eisenoxydul, Kalkerde etc.) mehr entzogen worden, als er Alkalien in sich aufgenommen hatte" (vgl. Bischof chem. Geol. II. S. 1420). Immerhin aber zeigt dieses Beispiel, dass der Augit durch das Wasser Alkalien empfangen hatte.

Rammelsberg theilt in seiner Mineralchemie (S. 488) einige interessante Analysen von verwitterten Augiten mit, welche deutlich den oben erwähnten Auslaugungsprocess der Monoxyde durch Kohlensäure haltiges Wasser zeigen. Nach ihm und von Hauer zeigten Augitkrystalle aus Böhmen, welche in eine gelbe thonige Masse umgewandelt waren, folgende Zusammensetzung:

	In Thon umgewandelte Augite von Bilin.		Gelbbraune Verwitterungsrinde von grossen Augitkrystallen von Cernosin.
	n. Rammelsberg.	n. v. Hauer.	
Kieselsäure	60,63	54,24	35,5
Thonerde	23,08	25,02	37,7
Eisenoxyd	4,21	5,22	
Kalkerde	1,27	0,87	6,5
Magnesia	0,91	0,56	4,1
Wasser	9,12	14,37	18,0
	99,22	100,28	101,8

So ist im Allgemeinen der Verwitterungsprocess des isolirt dastehenden Augites. In mancher Beziehung anders aber zeigt sich dieser Process, wenn der Augit sich in Verwachsung mit anderen Mineralien befindet, welche früher und schneller verwittern als er selbst; denn dann ist er nicht nur dem Einflusse der Atmosphärilien, sondern auch den Angriffen der Verwitterungsproducte der mit ihm verbundenen Mineralien ausgesetzt. Und in dieser Beziehung treten namentlich vier Mineralarten hervor, welche sehr häufig mit dem Augite verbunden sind und leichter und schneller verwittern als der letztere; es sind dies Olivin, Labrador oder auch Oligoklas und Eisenkies. Der erstere versorgt den Augit mit Magnesia; der zweite und dritte mit Natron und Kali; der vierte mit Eisenoxydul und Schwefelsäure; alle vier aber rauben ihm dafür Kalkerde, ja der letzte vermöge seiner Schwefelsäure sogar Thonerde. Dass durch alle diese Vorgänge aber der Augit nicht mehr in Thon, sondern in mannichfache andere Mineralarten umgewandelt werden kann, dass also unter solchen Verhältnissen eigentlich nicht mehr von einer Verwitterung, sondern von

wahrer Umwandlung des Augites die Rede sein kann, das leuchtet wohl von selbst ein.

Diese Umwandlungen des gemeinen Augites werden nun im Allgemeinen entweder durch einfache, aber ganz allmählich erfolgende, Auslaugung eines Theiles oder der ganzen Menge seiner Monoxyde und Kieselsäure oder durch theilweise Auslaugung seines Kalkerde- und Eisenoxydulgehaltes und dafür eintretende Zuführung namentlich von Magnesia oder auch von Kali und Natron hervorgerufen. Die bis jetzt am meisten beobachteten derselben sind folgende:

1) Umwandlung des Augites in Hornblende. Zwischen Augit und Hornblende kommen sehr häufig mehr oder weniger innige Verwachsungen vor, welche von dreifacher Art sind.

   a. Bald nemlich erscheinen Augitkrystalle nur äusserlich mit einer Rinde von kleinen Hornblendeprismen besetzt, welche aber scheinbar in gar keinem weiteren chemischen Verbande mit der von ihnen besetzten Augitmasse stehen, so dass sie sich von der letzteren leicht lostrennen lassen, ohne dass dadurch diese letztere verletzt würde. Diese Art von Verbindung, welche man unter anderen öfters an den Arendaler Augiten, vorzüglich am Salit, beobachtet hat, ist wohl nur eine einfache Aufwachsung von Hornblendekrystallen und möchte wohl schwerlich etwas mit der Umwandlung des Augites zu thun haben.

   b. Bald aber erscheinen auch Augitkrystalle äusserlich so ganz mit feinen Hornblendeprismen bedeckt, dass sie nur in der Richtung der Flächen von den letzteren spiegeln. Bei dem Lostrennen dieser Hornblenderinden bemerkt man dann, dass sie innig mit der von ihnen besetzten Augitmasse verwachsen sind und mehr oder weniger tief in die letztere eindringen, etwa so wie die Wurzeln eines Gewächses in den es tragenden Boden. In diesem Falle hat es entweder den Anschein, als wäre eine schon fertige Hornblendelösung von Aussen her in etwa vorhandene Risse der Augitmasse eingedrungen, zumal wenn die in der letzteren vorhandene Hornblende durch andere Färbung und Spaltungsrichtung scharf von der sie umschliessenden Augitmasse absticht, wie dies unter anderen der Fall ist an den schon oben erwähnten Baikalitkrystallen, welche dunkelgrün sind, während die sie durchdringenden Hornblendeprismen weiss erscheinen; oder aber sieht es aus, als ginge die Augitsubstanz von Aussen nach Innen streifenweise in Hornblende über.

   c. Bald endlich erscheinen die Augitkrystalle äusserlich ganz unverändert und frisch, während ihr Inneres ganz aus feinen Hornblendeprismen besteht, welche parallel ihrer Hauptaxe so dicht aneinander

gereiht sind, dass sie ein inniges Ganzes mit den Spaltungsflächen der Hornblende bilden. In diesem Falle ist also von dem Augite nur noch die äussere Krystallform geblieben, während sich seine Masse in eine wahre Hornblende umgewandelt hat, welche ganz genau die ihr nur zustehende Spaltungsrichtung und ein spec. Gew. = 3,150 besitzt. Diese in den Formen von Augit auftretende Hornblende hat G. Rose (Reise nach d. Ural, Bd. II. 347 ff.) Uralit genannt. Nach Rammelsberg und Kudernatsch besteht dieselbe:

nach K. aus:	nach R. aus:	
53,05	50,75	Kieselsäure,
4,56	5,65	Thonerde,
16,37	16,48	Eisenoxydul,
Spur	0,79	Manganoxydul,
12,90	12,28	Magnesia,
12,47	11,59	Kalkerde,
—	1,80	Wasser.
99,35	99,34.	

Vergleicht man diesen Gehalt und ebenso das oben angegebene spec. Gewicht (= 3,150) des Uralites mit dem Gehalte und spec. Gewichte (= 3,2 — 3,5) des gemeinen Augites, so findet man, dass zunächst das Gewicht des Uralites weniger beträgt als das des Augites, sodann im ersteren weniger Kalkerde vorhanden ist, als im letzteren. Hiernach muss also der gemeine Augit bei seiner Umwandlung in Hornblende vor allem Kalkerde verlieren. Hiermit stimmt denn nun auch das geringer werdende spec. Gewicht überein. Ausser der Kalkerde geht aber in der Regel auch etwas Eisenoxydul aus dem Augite mit weg, wofür wenigstens der Besteg von Brauneisenstein spricht, welchen G. Rose in Hohlräumen des Minerales beobachtete. — Nach Blum (Pseudom. S. 154 und Nachtr. III. 151 ff.) kommen solche Uralite sehr schön in dem Uralitporphyr von Ryenberg in Norwegen vor. „Scharf ausgebildete Augitprismen von grünlich grauer Farbe bestehen in ihrem Innern aus einem feinfaserigen Aggregate von graugrüner, etwas seidenglänzender Hornblende, deren Fasern parallel der Hauptaxe der Augitform laufen. Neben diesen Pseudomorphosen liegen auch Pseudomorphosen von Epidot nach Labrador. In der Umgebung dieser sämmtlichen Pseudomorphosen hat sich Calcit abgesetzt." — Wie mit dem Uralite verhält es sich auch mit dem Pitkärantit. Dieses dunkelgrüne, bei Pitkäranta in Finnland vorkommende Mineral, besitzt nach Scheerer die Form des Augites

und lässt sich parallel der Orthodiagonalen in dünne Lamellen spalten. Es besteht nach Richter aus 61,25 Kieselsäure, 0,41 Thonerde, 12,71 Eisenoxydul, 0,83 Manganoxydul, 13,30 Magnesia, 9,17 Kalkerde und 2,52 Wasser und ist eine Hornblende in Augitform, welche wahrscheinlich durch Aufnahme von Magnesia und dabei zugleich stattfindender Ausschneidung von Kalkerde und etwas Eisenoxydul entstanden ist.

(Im Uebrigen siehe den Uralit unter den Abarten der Hornblende.)

Bemerkungen: 1) Nach G. Bischof (Chem. Geol. S 535) kommen im Berliner Mineraliencabinete ausgezeichnete Belegstücke von Verwachsungen des Augites mit Hornblende vor.

2) Schon bei der Beschreibung des Granates ist der Beobachtung Forchhammers (Amtlicher Bericht über die 24. Naturforscher-Versammlung S. 281) gedacht worden, nach welcher Augit in den Eisensteinlagern von Arendal in Norwegen sich in Hornblende und Granat zersetzt hat. Oft zeigte der Augit noch seine Krystallgestalt ganz deutlich, während sein Inneres vollkommen entwickelte Hornblendeblätter und Körner oder Krystalle von Granat enthielt; und wo die Metamorphose ihren höchsten Grad erreicht hatte, erschienen die Zwischenräume zwischen der Hornblende und dem Granat mit Kalkspath ausgefüllt. — Derselbe Gewährsmann beschreibt auch Umwandlungen des Augites in Hornblende und Magneteisenerz und erwähnt auch den Epidot unter den Umwandlungsproducten des Augites, so dass man an einer und derselben Stufe noch frischen Augit und auch Hornblende, Magneteisen und Epidot fand. Sollte nicht vielleicht dieser letztere erst aus der Hornblende entstanden sein?

2) Blum erwähnt (a. a. O. S. 162) Umwandlungen von grünem Malakolith in Hornblende bei Traversella in Piemont. Die im frischen Zustande durchscheinenden, glasglänzenden Krystalle werden undurchsichtig und seidenglänzend und zeigen auf der Oberfläche ein höchst feinfaseriges Aggregat von Strahlstein-Individuen, welche der Hauptaxe parallel laufen. Wo die Umwandlung vollendet erscheint, treten aus der zugerundeten Malakolithmasse einzelne Strahlstein-Individuen so deutlich hervor, dass man den stumpfen Winkel der Hornblende sehr gut erkennen kann.

3) Dass der Augit sich auch in Granat umwandeln kann, ist schon bei der Beschreibung des Granates und oben in der Bemerkung 2. erwähnt worden. Hier sei daher nur darauf aufmerksam gemacht, dass, soviel mir bekannt ist, bei dieser Umwandlung der Granat (brauner und auch schwarzer) in der Regel mit Hornblende und Kalkspath oder auch mit Magneteisenerz in der Weise associirt erscheint, dass man glauben möchte, dass sich der Augit zuerst in Hornblende und Magneteisenerz umgewandelt habe und der Granat ebenso wie sein Gefährte, der Epidot, nicht unmittelbar aus dem Augite, sondern aus der Hornblende hervorgegangen sei. — Scheerer beschreibt in dem neuen Jahrbuche für Mineralogie (1843.

S. 651) eine höchst interessante Verwachsung von körnigem braunen Granat, körnigem dunkelgrünen Augit und Magneteisenstein in der Thorbjörnboe-Grube bei Arendal. Daselbst erscheint der Granat als Schale bald auf dem Augite bald auf dem Magneteisensteine, während der Augit selbst wieder theils von Magneteisen umhüllt, theils mit letzterem körnig oder streifenweise gemengt auftritt. Scheerer hält diese mannichfache Verwachsungsweise der genannten drei Minerale für ein Zeichen ihrer gleichzeitigen Entstehung. Sollte es aber nicht natürlicher erscheinen, wenn man Granat und Magneteisenerz für Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte des Augites und die noch vorhandenenen Putzen des letzteren für die noch übrigen Reste des Augitgesteines hält?

4) Umwandlung des Augites in Magnesiaglimmer. — Man findet sehr oft im Basalte der Rhön und im Melaphyre des Thüringer Waldes rostrothe Glimmertafeln (— sogenannten Rubellan —). Ganz dieselben Tafeln, aber in äusserst zarten Blättchen, habe ich wiederholt theils an der Aussenfläche, theils auf Spaltflächen von in Zersetzung begriffenen Krystallen der basaltischen Hornblende im Basalte der Rhön, ja auch in einem Uralitkrystalle aus dem Augitporphyre des Fassathales (bei dem Mineralienhändler Augustin in Innsbruck) gesehen. Nun beschreibt Blum (im Nachtrag zu d. Pseudom, S. 30) Augitkrystalle aus dem Fassathale, an denen theils die Oberfläche mit sechsseitigen, bräunlichen und lauchgrünen Glimmertäfelchen bedeckt, theils das poröse Innere nach allen Richtungen hin von solchen Glimmerblättchen durchzogen ist, an denen man also die Umwandlung des Augites in Glimmer deutlich wahrnehmen kann. Es lässt sich auch in der That diese Umwandlung erklären, wenn man annimmt, dass das bei der Verwitterung des mit dem Augite verbundenen Feldspathes freiwerdende kohlensaure Kali alle Kalkerde aus dem Augite verdrängt und sich an deren Stelle setzt. Demungeachtet möchte ich — gestützt auf die Erfahrung, dass ich selbst nur den Uralit in dieser Umwandlung gesehen, dass ferner die Glimmerbildung im Basalte vorherrschend da auftritt, wo basaltische Hornblende vorkommt, dass endlich in den Melaphyren des Thüringer Waldes kein Augit, sondern nur Kalkhornblende herrscht — glauben, dass vielleicht die Augitkrystalle Blums auch schon Uralite waren, und dass überhaupt der Augit erst durch den Uralit in Glimmer übergehen kann. Ganz dasselbe gilt

5) von der Umwandlung des Augites in Grünerde. Ich besitze eine sehr instructive Stufe Augitporphyrs (Melaphyrs) aus dem Fassathale, in welcher noch frische, aber auch halb oder ganz in Grünerde umgewandelte Uralitkrystalle eingewachsen liegen. Die Grundmasse dieses Porphyrs ist bräunlichgrau, an manchen Stellen auch rothbraun, erdig und thonig und jedenfalls aus der Verwitterung von Oligoklas entstanden. Das hierdurch frei werdende Alkali (Kali uud Natron) verdrängte die Magnesia und

Kalkerde zum Theil aus dem Uralit und setzte sich an deren Stelle. Eine Analyse Rammelsbergs von Grünerde aus dem Fassathale, welche die Form des Augites hatte, deutet dagegen mehr auf eine Bildung dieser Erde aus Augit, als aus Uralit. Nach ihr besteht diese Grünerde aus 39,48 Kieselsäure, 10,31 Thonerde, 9,94 Eisenoxyd, 15,66 Eisenoxydul, 1,70 Magnesia, 4,41 Alkali (Kali und Natron), 4,24 Wasser und 15,26 kohlensaurem Kalk.

6) Umwandlung des Augites in Diallag. An der Baste auf dem Harze erscheint im Gabbro der Diallag ganz in der Krystallform des gemeinen Augites. Nach Köhler besteht derselbe aus 53,739 Kieselsäure, 4,729 Kalkerde, 25,093 Magnesia, 11,510 Eisenoxydul, 0233 Manganoxydul, 1,335 Thonerde und 3,758 Wasser. Sieht man von seinem — angesogenen — Wassergehalte ab, so kommt er in den Sauerstoffmengen seiner Basen (14,28) einem Thonerde-freien Augite ausserordentlich nahe; denn die ganze Differenz zwischen beiden Mineralien ist nur noch + 0,33 Sauerstoff. Nach G. Bischof ist er demnach als eine Pseudomorphose nach Augit zu betrachten, welche dadurch entstanden ist, dass sich Magnesia in die Augitmasse eindrängte und die Kalkerde zum Theil verdrängte. (Vergleiche indessen weiter unten die Beschreibung des Diallags §. 107.)

7) Umwandlung des Augites in Asbest. Nach Blum ist an den grünen Augitkrystallen des Brozzothales in Piemont sehr gut die Umwandlung derselben in Asbest und Amianth zu beobachten. Diese Krystalle ändern zuerst Farbe, Glanz und Durchsichtigkeit, dann überziehen sie sich mit einem feinfaserigen Gewebe von Asbest und werden endlich ganz in ein weisses, seidenglänzendes Büschel von Amianth umgewandelt, ohne doch ihre ursprüngliche Krystallgestalt zu verlieren. Da die Asbeste viel magnesiareicher und kalk- und eisenoxydulärmer sind, als die Augite, so muss bei ihrer Bildung aus der Masse der letzteren, unter Aufnahme von Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul ausgeschieden worden sein. Für das Letztere spricht die so häufige Association des Asbestes mit Magneteisenerz (z. B. bei Zöblitz in Sachsen). Blum beschreibt auch Umwandlungen der Diopsides in Asbest vom Reiherstein in Schlesien (Nachtr. III. S. 156). Es lässt sich indessen auch nicht die sehr häufig vorkommende Umwandlung von Hornblende-Arten — z. B. von Strahlstein und Tremolit — im Asbest wegläugnen (siehe Hornblendesippe). Vielleicht wäre überhaupt anzunehmen, dass der Asbestbildung aus Augit erst eine Umwandlung des letzteren in Hornblende vorhergeht.

8) Umwandlung des Augites in Serpentin. Am Monzoniberge im Fassathale kommen noch deutliche Augitkrystalle vor, deren Massen aber aus wahrem Serpentin besteht. Aehnliche Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit beobachtete Breithaupt auf der Grube Unverhofft Glück bei Schwarzenberg in Sachsen. Die so umgewandelten Augite zeigen nur

noch die ihnen zustehende Form; Spaltbarkeit, Härte, Glanz und Farbe dagegen sind verschwunden.

9) Die Umwandlung des Augites in Speckstein ist schon oft beobachtet worden; man hat sie unter anderen in einem Basaltgange im Riesengebirge bei Eybenstock und in einem verwitterten Doleritmandelsteine am Lutzelberge im Kaiserstuhle gefunden. Nach Blum (Pseudom. 137) beginnt die Umwandlung an der Oberfläche der Krystalle, indem sich dieselbe mit einer immer dicker werdenden, zuerst grünlichen und endlich gelb werdenden Specksteinrinde bedeckt, welche immer weiter nach innen um sich greift, bis zuletzt die ganze Augitmasse Farbe, Glanz, Härte und Spaltbarkeit verliert und reinen Speckstein zeigt.

10) Nach G. Bischof (a. a. O. Bd. II. 600) hat man endlich auch Pinit in der Form von Augitkrystallen (bei Mangat in der Auvergne) beobachtet. Und Fridolin Sandberger beschreibt in seiner Uebersicht der geolog. Verhältnisse Nassau's (S. 76 u. 98) Umwandlungen des Augites in Chabasit.

11) Blum beschreibt in den Pseudomorphosen (S. 59) kleine, aber scharf ausgebildete, weisse, fettartigglänzende, Augitkrystalle, welche in den Zellen einer sehr porösen Lava im Krater des Vesuvs vorkommen und deren Masse nach Rammelsberg aus 85,34 Kieselsäure, 1,58 Thonerde, 1,67 Eisenoxyd, 2,66 Kalkerde, 1,70 Magnesia und 5,47 Wasser, — also aus einer opalartigen Substanz (Kieselsäurehydrat) besteht. Diese merkwürdige Umwandlung der Augitmasse kann man sich nur durch eine Auslaugung fast ihrer sämmtlichen Basen mittelst heisser und Säuren (schwefeliger und Salzsäure) haltiger Dämpfe erklären.

12) Endlich darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass nach G. Bischof (a. a. O. Bd. II. 601) im Königl. Mineralienkabinet zu Berlin auch Afterkrystalle von Augit nach Skapolith (Wernerit) zu beobachten sind.

Bemerkung: Schliesslich sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass durch die Zersetzung von Augitmassen auch Magneteisenerz und Manganerze entstehen können, wie schon bei der Beschreibung dieser Erze (§. 54 u. §. 55) angegeben worden ist.

§. 104e. Associationen des gemeinen Augites. — Der gemeine Augit findet sich im Verbande theils mit solchen Mineralien, welche man als ursprüngliche oder primäre ansehen muss, da man sie wenigstens bis jetzt noch nie mit Gewissheit als Umwandlungsproducte anderer Minerale beobachtet hat, theils mit solchen Mineralarten, welche als Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte entweder seiner eigenen Masse oder seiner primären Gesellschafter bekannt sind, und demnach als secundäre Minerale angesehen werden können. Zu jenen primären (?) Associationsgenossen gehören die Kieselsäure armen Feldspathe (Labrador und Anorthit), Leucite und Olivine; zu seinen secundären Genossen aber gehören zu-

nächst die aus seiner eigenen Umwandlung hervorgehenden Minerale: Kalkhornblende, Diallag, Bronzit, Kalkgranat, Asbest, Speckstein, Serpentin, Grünerde, Quarz, Calcit, Aragonit, Bitterspath, Eisenspath, Eisenoxyd und Magneteisenerz, sodann die aus der Kalkhornblende entstehenden, wie Vesuvian, Epidot, Magnesiaglimmer und Chlorit; endlich die aus seinen primären Genossen (Labrador, Leucit, Nephelin) entspringenden Zeolithe verschiedener Art. Mit Berücksichtigung aller dieser Thatsachen lassen sich nun für den gemeinen Augit folgende Associationsreihen aufstellen.

Der gemeine Augit
steht in Associationen mit

<table>
<tr><td colspan="2">primären Mineralarten:</td><td colspan="4">secundären Mineralien, d. i. seinen Umwandlungen:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Labrador, (Oligoklas), Leucit, Nephelin und deren Umwandlungen:</td><td colspan="2">zunächst mit solchen, welche durch Austausch einzelner Bestandtheile aus ihm entstehen:</td><td colspan="2">sodann mit solchen, welche aus seiner gänzlichen Zersetzung entstehen.</td></tr>
<tr><td>Kaolin.
Calcit.
Opal.
Chalcedon.</td><td>Skolecit.
Natrolith.
Mesolith.
Laumontit.
Analcim.</td><td>Uralit.
Basalthornblende.
Diallag.
Bronzit.
Asbest.
Granat.
Idokras.</td><td>Glimmer.
Chlorit.
Serpentin.
Speckstein.
Grünerde.</td><td>Calcit.
Aragonit.
Bitterspath.</td><td>Eisenspath.
Eisenoxyd
Magneteisenerz.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ausserdem noch mit:
Olivin
und
Wernerit.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Diese Associationen sind meistens schon bei den Umwandlungen des Augites oder bei den Associationen des Labradors, Leucites, Nephelins und der Zeolithe erwähnt worden; besondere Belege für dieselben erscheinen daher hier überflüssig. Ganz besonders mannichfaltig aber erscheinen sie auf den Magneteisen- und Kupferzführenden Lagerstätten Norwegens (z. B. bei Arendal), Schwedens (in Wermeland und Westmanland) und Nordamerikas.

§. 104f. Geologische Bedeutung. Der gemeine Augit spielt bei der Bildung der Erdrindenmassen eine sehr bedeutsame Rolle; denn nicht genug, dass er selbst in mehreren älteren, jüngeren und jüngsten Eruptivgesteinen einen wesentlichen Gemengtheil bildet, liefert er auch durch seine Umwandlungen und Zersetzungen ein mannichfaches Material theils zum Aufbau von massigen Felsarten theils von Gängen und Lagern verschiedener Art, in denen er dann selbst wieder entweder allein oder in Gesellschaft seiner eben angeführten Associationen ein- oder aufgewachsen, — gewissermassen als letzter Rest seiner ehemaligen Massen — auftritt. Denn sollten nicht die Stöcke körnigen Kalksteines, in denen der Augitfels in den Pyrenäen auftritt, ebensogut aus der Zersetzung eines früher massigen Augitgesteines entstanden sein, wie die schon oft erwähnten Magneteisenlager Arendals? Es ist in der That nicht unwahrscheinlich.

Im Allgemeinen nun lässt sich die geologische Bedeutsamkeit des gemeinen Augites durch folgende Uebersicht veranschaulichen.

Der gemeine Augit bildet

den wesentlichen Gemengtheil von folgenden Felsarten:		den scheinbar zufälligen Gemengtheil in den Stöcken und Lagern	
für sich allein im Augitfels.	in deutlichen oder undeutlichen Gemenge mit	von körnigem Kalkstein.	von Erzlagerstätten, namentlich von Magneteisenstein.
Oligoklas (oder Anorthit) in den Diabasen und Augitporphyr.	Labrador u. Magneteisenerz im Basalt und Dolerit.	Magneteisen und	
		Leucit im Leucitophyr.	Nephelin im Nephelinbasalt und Nephelindolerit.

Wie aus der eben angegebenen Uebersicht hervorgeht, so erscheint er hauptsächlich thätig bei der Bildung der jüngeren und jüngsten vulcanischen Felsarten. In diesen erscheint er dann stets im Verbande mit Labrador, Leucit oder Nephelin und Magneteisenerz und meist begleitet theils von Olivin theils von Zeolithen. Ob er auch in den Diabasen in allen Fällen wirklich vorhanden ist, das lässt sich bei dem oft kleinkörnigen oder fast dichten Gemenge dieser Gesteine häufig eben so schwer entscheiden, als die Art des mit ihm verbundenen Feldspathes. Mir wenigstens liegen anerkannte Diabase vor, welche ganz genau den Angaben Strengs entsprechend aus Enstatit und Anorthit bestehen. Ebenso aber vertritt bisweilen auch Hypersthen den Augit in den Diabasen.

Bemerkenswerth erscheint es übrigens noch, dass G. Rose den Augit als Gemengtheil mancher Meteorite, so z. B. des bei Juvenas gefallenen, nachgewiesen hat.

An die eigentlichen Augite schliesst sich eine Reihe von Amphiboliten an, welche ihrer Grundform, ihrem Prismenwinkel von 86—87° und ihrer Zusammensetzungsformel nach wohl noch zur Sippe des Augites gehören, sich aber theils durch ihre Spaltungsrichtung und ihren Glanz, theils auch durch ihren meist hervortretenden Wassergehalt von jenem unterscheiden und gewissermassen eine Zwischenreihe zwischen Augiten und Hornblenden bilden. Es ist deshalb diese Reihe hier von der Augitsippe getrennt und zusammengefasst worden unter der

B. Sippe der Hyperite (oder Serpentinogene).

§. 105.

Allgemeiner Charakter: In der Regel eingewachsene — und darum oft nicht deutlich bestimmbare — Krystallformen, welche nach den Einen (z. B. nach Kenngott) zum monoklinischen, nach den Anderen (z. B.

nach Descloizeaux) zum rhombischen Systeme gehören, in ihren Umrissen mehr oder weniger rechtwinkeligen Säulen nahe kommen und dabei den augitischen Prismenwinkel (∞P) $= 86^0\ 30' - 87^0$ zeigen; aber auch körnige, blättrige, schalige oder selbst faserige Aggregate. Ihre Spaltbarkeit am vollkommensten in der Richtung der brachydiagonalen Querflächen, weniger vollkommen oder auch undeutlich in der Richtung des Prismas; nur beim Enstatit scheint die Spaltbarkeit nach ∞P deutlich zu sein. Auf den vollkommensten Spaltflächen sehr starker perlmutterartiger oder sogar halbmetallischer (bronzeartiger oder kupferrother) Glanz. Vorherrschend grünlich-, tomback-, oder nelkenbraun bis schwarz, seltener bräunlich- bis graugrün oder graulichweiss; im Ritze aber weiss oder grünlich. Härte $= 4-6$; spec. Gewicht $= 3{,}1 = 3{,}5$.

Alle enthalten Wasser, welches 1—4 pCt. betragen kann und jedenfalls andeutet, dass sie entweder schon in Zersetzung begriffen oder aus der Umwandlung von Augit oder Hornblende entstanden sind. Ihr Thonerdegehalt beträgt höchstens 3—4 pCt.; dagegen wird in ihnen die Magnesia herrschend. Könnte man den Wollastonit noch mit in diese Sippe rechnen, so wäre auch ein Glied vorhanden, in welchem die Kalkerde vorherrschte; man könnte alsdann folgende Reihe aufstellen:

Wollastonit	Hypersthen	Enstatit
$\dot{Ca}\ddot{Si}$	$\dot{Fe}\ddot{Si} + n\ \dot{Mg}\ddot{Si}$	$\dot{Mg}\ddot{Si}$

Diallag (Wollastonit–Hypersthen): $\left.\begin{matrix} n\ \dot{Ca} \\ m\ \dot{Fe} \end{matrix}\right\} \ddot{Si} + \dot{Mg}\ddot{Si}$

Bronzit (Hypersthen–Enstatit): $\dot{Fe}\ddot{Si} + n\ \dot{Mg}\ddot{Si}$

Alle hierher gehörigen Arten sind endlich noch dadurch ausgezeichnet, dass sie sich einerseits unter Ausscheidung von Kieselsäure und Eisenoxydul, sowie von etwa vorhandener Kalkerde, in Serpentin umwandeln, daher auch sehr häufig mit diesem verwachsen erscheinen und vielleicht die Hauptmutterminoralien desselben sind (daher: Serpentinogene, Serpentinerzeuger), andererseits oft mit Hornblende in der Weise verwachsen zeigen, dass diese entweder einen hyperitischen Kern als Schale umschliesst oder die Hälfte des Hyperitkörpers bildet, und endlich auch mit Magneteisenerz, oft auch mit Calcit ja selbst mit Quarz — lauter Zersetzungsproducten bei ihrer Umwandlung in Serpentin — in Associationen stehen. In ihren Associationen nähern sie sich überhaupt dem Augite, mehr aber noch der Hornblende, indem sie ausser den schon genannten Gesellschaftern vorzugsweise mit Umwandlungsgenossen der letzteren, so namentlich mit Magnesiaglimmer, Almandin, Vesuvian, Pistazit, Speckstein, Bitterspath, Apatit und Titaneisenerz verbündet vorkommen. Ihre ursprünglichen Associationsgenossen dagegen

sind vorherrschend die kieselsäurearmen Feldspathe: Labrador und Anorthit, seltener Oligoklas oder Saussurit.

Die für die Felsbildung wichtigeren unter ihnen sind: der Hypersthen, Enstatit und Diallag.

§. 106. 1. Enstatit.

[Vom griech. ἐνστατης, Gegner, weil das von Kenngott bestimmte Mineral sowohl der Hitze wie den Säuren einen starken Widerstand leistet. — Synom. Protobastit.]

a. Mineralogische Beschreibung: Eingewachsene, meist kurze, rechtwinkelig säulenförmige, — oft undeutliche —, Krystalle, welche als Combinationen des Makropinakoides mit dem Brachypinakoide ($\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$) zu betrachten sind und nach Kenngott dem monoklinischen, nach Descloizeaux aber dem rhombischen Krystallsysteme angehören. Ihre Prismenwinkel (∞P) beträgt 87° und ist demnach augitisch. Ihre Spaltbarkeit deutlich und vollkommen nach dem Prisma, unvollkommen nach der Makro- und Brachydiagonalen; der Bruch uneben. — Härte = 5,5; spec. Gew. = 3,1—3,5. — Vorherrschend heller oder dunkler nelken- bis tombackbraun, auch gelblich und unreingrün; seltener graulichweiss oder farblos; perlmutterglänzend oder auch halbmetallischglänzend auf den Spaltflächen; ausserdem glasglänzend; halbdurchsichtig bis an den Kanten durchscheinend.

b. Chemisches Verhalten und Zusammensetzung. — Vor dem Löthrohre kaum oder gar nicht schmelzbar. In Salzsäure ganz unlöslich.

Dieses bald mit Skapolith, bald auch mit Bastit oder Diallag verwechselte, augitische Mineral besteht nach Hauer aus 56,91 Kieselsäure, 2,50 Thonerde, 35,44 Magnesia, 2,76 Eisenoxydul und 1,92 Wasser, (welches jedoch bei ganz frischen Exemplaren fehlt). Es ist demnach wesentlich einfach kieselsaure Magnesia von der Formel $\dot{Mg}\ddot{Si}$ und enthält hiernach in 100 Theilen 60,64 Kieselsäure und 39,36 Magnesia.

c. Umwandlung, Associationen und geologische Bedeutung. Der Enstatit, — welchen man früher nur im Serpentin am Berge Zdjar bei Aloysthal in Mähren, bei Kraubat in Steiermark, Kupferberg in Baireuth und im Basalte bei Marburg und Sontra in Churhessen gefunden hatte, in der neueren Zeit aber zumal von Sandberger als ein fast ständiger Gemengtheil des Olivinfelses und allen aus diesem hervorgegangenen Serpentines beobachtet worden ist —, besitzt nach Strengs Untersuchungen eine grössere Verbreitung: denn nach diesem Gewährsmanne bildet er am Radauberge bei Harzburg nicht nur im Serpentin grosse Putzen, sondern auch im deutlichen körnigen Gemenge mit weisslichem Anorthit das schöne Gestein des Enstatitfelses, welchen man beim oberflächlichen Ansehen theils mit einem grobkörnigen Diorit oder Hypersthenfels, theils (und namentlich) mit

Gabbro verwechseln könnte. Und wahrscheinlich wird bei fortgesetzten Untersuchungen gar mancher Gabbro zu Enstatitfels werden müssen. Die Ursache, warum man den Enstatitfels bis jetzt übersehen hat, liegt in seiner äusseren Aehnlichkeit theils mit Diallag, theils mit Bronzit und Bastit. Wenn sein Eisengehalt sich höher oxydirt, so nimmt er eine braune, bronzeähnliche, Farbe an und sieht dann dem Bronzit sehr ähnlich; wenn man ihn spaltet, so zeigt er auf seiner Spaltfläche sehr häufig denselben Glanz wie Diallag. Indessen ist er von beiden Mineralien durch seine grössere Härte und durch seine Unschmelzbarkeit unterschieden; dagegen hat er namentlich mit dem Diallage wieder das gemein, dass er wie dieser sich in Serpentin umwandelt. Bei Professor Sandberger in Würzburg habe ich schöne Exemplare nicht blos von Serpentin mit grossen Enstatitputzen, welche deutlich in Serpentin übergehen, sondern auch von Enstatitfels gesehen, welcher in Serpentinfels übergeht und aus Serpentin, Anorthit und Enstatit besteht. Aber ich selbst besitze auch ein Exemplar von grosskörnigem Enstatitfels, in welchem der Enstatit sich theils in Serpentin theils in Hornblende umgewandelt zeigt; wenigstens spricht für das Letztere theils das grünliche Ritzpulver, theils die deutliche Hornblendespaltung. So hätte demnach der Enstatit auch das mit dem Diallage gemein, dass er mit der Hornblende im Verbande steht. — Sollte er vielleicht eine umgewandelte Kalkhornblende, vielleicht ein durch Zutritt von Magnesia seines Kalkes beraubter Grammatit sein? Wenigstens spricht dafür einerseits seine Association mit Anorthit und Serpentin und andererseits der chemische Bestand eines von Bonsdorff analysirten Grammatits von Aaker in Södermannland, welcher 0,78 Fluor 56,24 Kieselsäure, 4,32 Thonerde, 1,00 Eisenoxydul, 0,26 Manganoxydul, 24,13 Magnesia, 12,95 Kalk und 0,50 Wasser enthielt. Diesem entgegen ist nun freilich wieder sein Augitprismenwinkel von 87°, welcher mehr für eine Abstammung des Enstatites von Augit spricht. — Ein in Umwandlung begriffenes oder schon umgewandeltes Mineral dürfte er aber wohl jedenfalls sein, dafür spricht sein Wassergehalt.

§. 107. 2. **Hypersthen.**

[Vom griech. ὑπέρ, über, und σθένος, Kraft, weil er sich durch höheren Glanz und stärkere Härte von der Hornblende, zu welcher ihm Werner, als „labradorische Hornblende“ rechnete, unterscheidet. — Synom. Paulit.]

§. 107a. Mineralogische Beschreibung: Eingewachsene, rhombischen Säulen sehr ähnliche und darum von Descloizeaux zum rhombischen Krystallsysteme gerechnete, (nach Kenngott aber monoklinische) Gestalten, deren $\infty P = 36^\circ\ 30'$ ist; gewöhnlich aber derb mit krystallinisch körniger Absonderung oder als Geschiebe. Spaltbarkeit in der Richtung der

Brachydiagonalen (nach Kenngott: der klinorhombischen Querflächen) sehr vollkommen; in der Richtung der augitischen Prismas dagegen wohl noch deutlich, aber nicht ganz vollkommen; und in der Richtung der Makrodiagonalen (nach Kenngott: der klinorhombischen Längsflächen) sehr unvollkommen. Seine Aggregate oft so deutlich blättrig, dass man ihn mit Diallag oder gar mit Magnesiaglimmer verwechseln könnte. — Härte = 6 (also härter, als in der Regel Augit und Hornblende sind); spec. Gew. = 3,3—3,4 (also grösser als das der Hornblende) Schwarz oder dunkelbraun, aber auch schwarz ins Grüne oder Braune; auf der brachydiagonalen Spaltfläche mit starkem, halb metallischen, gewöhnlich kupferroth schillernden Glanze; ausserdem aber glasglänzend. Undurchsichtig oder nur in feinen Splittern durchscheinend. Im Ritze grünlichgrau.

§. 107b. Chemische Zusammensetzung und Verhalten. — Vor dem Löthrohre je nach seinem grösseren oder geringeren Eisengehalte bald leichter bald schwerer zu einem grünlich schwarzen, oft magnetischen, Glase schmelzend: beim Erhitzen im Glasrohre meist Wasser ausschwitzend. Durch Säuren nicht angreifbar.

Er besteht aus 51,36—54,25 Kieselsäure, 0,37—2,25 Thonerde, 21,31—14,00 Magnesia, 21,27—22,05 Eisenoxydul, 3,09—1,50 Kalkerde (und 1,00 Wasser) und lässt sich daher durch die Formel $\dot{Fe}\dddot{Si} + n\,\dot{Mg}\dddot{Si}$ bezeichnen, wobei n = 1,5—2—3 Atom ist, so dass er bei gleichen Atomen von $\dot{Mg}$ und $\dot{Fe}$ 52,3 Kieselsäure, 17 Magnesia und 30,7 Eisenoxydul enthält. — Er ist demnach ausgezeichnet einerseits durch seinen starken Magnesia- und Eisenoxydulgehalt und andererseits durch seinen sehr geringen, oft ganz verschwindenden, Kalkgehalt.

§. 107c. Umwandlungen, Associationen und geologische Bedeutung. — Der Hypersthen bildet im Gemenge mit Labrador (— selten mit Oligoklas —) den Hypersthenfels oder Hyperit. Am schönsten tritt diese Felsart an der Küste von Labrador und auf der St. Pauls-Insel auf, wo grossblättriger, schwarzer, kupferroth schillernder Hypersthen mit prachtvoll farbenspielendem Labrador im Verbande steht. Sehr grossblättrig und metallisch schimmernd erscheint er auch im Hypersthenfels von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien; und im Hypersthenfels von Penig in Sachsen erscheinen seine Körner überall an den Rändern, wo sie den Labrador berühren, mit Hornblende verwachsen. Auch in der Umgebung von Brotterode am Thüringer Walde zeigt er sich im Hypersthenfels schön ausgebildet, zugleich aber oft theilweise in Diallag umgewandelt, so dass man alsdann nicht mehr weiss, ob man noch Hypersthenfels oder schon Gabbro vor sich hat. Kleinkörnig und dann nicht deutlich mehr bestimmbar, so dass man ihn bald für Hornblende, bald für Augit, bald auch für Enstatit oder Diallag halten möchte, (wenn man nicht seine grosse Härte

berücksichtigt) erscheint er in den meisten Hypersthenien des Harzes, Thüringer Waldes (z. B. am Spiessberge) und des Voigtlandes.

An der Luft liegend, überzieht sich der Hypersthen in Folge seines sich höher oxydirenden Eisenoxydules bald mit einer ockergelben Eisenoxydhydratrinde. Schabt man dieselbe behutsam ab, so bemerkt man unter derselben eine schwarzblaue Eisenrinde, welche magnetisch ist und demnach aus Eisenoxyduloxyd besteht. Da, wo die Verwitterung zwischen seine einzelnen Blätterlagen eindringt, gewahrt man zwischen denselben ebenfalls feine, oft krystallinische, Ueberzüge von Magneteisenerz oder auch von Eisenglanz. Der Hypersthen giebt demnach bei seiner Verwitterung vorzüglich Magneteisenerz, Eisenglanz und Brauneisenerz. Kann indessen zu seinen Massen nur Kohlensäure haltiges Wasser und kein Sauerstoff gelangen, so entwickelt sich aus ihm kohlensaures Eisenoxydul, woher es kommen mag, dass z. B. am Thüringer Walde (in der Umgebung des Spiessberges und Brotterodes) die meisten aus der Tiefe der Hypersthenitberge kommenden Quellen dieses Eisensalz in geringerer oder grösserer Menge aufgelöst enthalten und sowohl an ihrem Quellbecken wie an den Ufern ihrer Bäche Eisenocker absetzen. (Sollten vielleicht die mächtigen Ablagerungen von Eisenspath am Stahlberg bei Kleinschmalkalden und in der Umgebung von Brotterode dem sich zersetzt habenden Hypersthenite ihrer Umgebung, ihre Entstehung verdanken?) Mit der Auslaugung seines Eisengehaltes ist aber zugleich auch eine theilweise Ausführung seiner Kieselsäure verbunden, wodurch es sich vielleicht erklären lässt, woher die Quarzkrystallrinden rühren, welche man öfters in klüftigen Hypersthenfelsmassen oder auch im Eisensteine seiner Umgebung findet. Der dann noch übrig bleibende Rest seiner Masse ist weich, grünlichgrau und verhält sich bald wie Speckstein bald auch wie Serpentin. So wenigstens habe ich es bei Brotterode beobachtet.

Eine andere Umwandlung erleidet dagegen der Hypersthen durch den mit ihm in engem Verbande stehenden Labrador. Sobald nämlich dieser verwittert, so wird durch die bei seiner Verwitterung frei werdenden löslichen alkalinischen Substanzen, Kalk- und Natroncarbonat, der Hypersthen selbst mit diesen beiden Carbonaten versorgt, vorausgesetzt, dass seine Masse erst selbst durch den Verwitterungsprocess blättriger geworden ist. Anfangs braust dann seine Masse mit Säuren auf, später aber bemerkt man, dass der aufgenommene kohlensaure Kalk seine Kohlensäure verloren und sich mit der Masse des Hypersthenes unter Ausscheidung von kohlensaurem Eisenoxydul verbunden hat. Hierdurch ist der Hypersthen von Aussen nach Innen in Hornblende umgewandelt worden, und die letztere umgiebt ihn dann als eine mehr oder minder dicke Schale oder Zone. Auf diese Weise wird auch die an den Peniger Hypersthenkörnern befindliche Hornblenderinde erklärlich. —

Ob sich nun auf ähnliche Weise durch Aufnahme von Kalkerde und Ausscheidung von Eisenoxydul aus dem Hypersthen Diallag bilden kann, ist mir nicht bekannt, soviel aber ist gewiss, dass der Hypersthen im Hypersthenit von Brotterode äusserlich oft ganz die Härte, Farbe und Spaltbarkeit des Diallages besitzt und der grossblättrige Hypersthen von Volpersdorf in Schlesien seiner Structur nach Hypersthen und seiner Zusammensetzung nach Diallag ist.

Nach allem eben Mitgetheilten erscheint nun

der Hypersthen
in Association
mit

primären Mineralien		secundären Mineralien und zwar mit	
kieselsäurearmen Feldspathen: Labrador.	Amphiboliten: Augit, Hornblende.	Umwandlungsmineralien von sich selbst:	Umwandlungsmineralien seiner primären Genossen:
auch mit Olivin.		Magneteisenerz,	Diallag,
		Eisenglanz,	Granat,
		Brauneisenerz,	Pistazit,
		(Calcit),	Vesuvian,
		Serpentin,	Glimmer,
		Speckstein,	Titaneisenerz,
		Broncit.	Apatit.

Bemerkung. Nach G. Rose findet sich der Hypersthenit bei Elfdalen und auf Skye in Association mit Olivin, Granat, Apatit und Titaneisenerz.

§. 108. 3. **Diallag** (Hauy).

[(Vom griech.: διαλλαγή, Veränderung, weil das Mineral drei ganz verschiedene Blätterbrüche besitzt.) Syn.: Smaragdit, Omphazit.]

a. Mineralogische Beschreibung. In Gesteinen eingewachsene, monoklinische (oder rhombische), den Umriss einer fast rechtwinkligen Säule zeigende, Individuen, welche in der Richtung der wagerechten Querfläche (Orthopinakoid), so vollkommen spaltbar sind, dass man sie mit Glimmer verwechseln könnte, dagegen in der Richtung des Primas fast keinen Blätterbruch bemerken lassen und in der Richtung der schiefen Querfläche (Klinopinakoid) sich sogar faserig zeigen. — Härte = 4; spec. Gew. = 3,2—3,3. — Vorherrschend nelkenbraun bis bronzefarbig oder graulichgrün (schimmelgrün) mit starkem, halbmetallischen Perlmutterglanze auf den vollkommenen Spaltflächen; undurchsichtig oder nur kantendurchscheinend. Im Ritze weiss.

b. Chemisches Verhalten und Bestand. Vor dem Löthrohre

mehr oder minder leicht zu einer graulichen oder grünlichen Emaille schmelzend. — In Salzsäure fast unzersetzbar, bisweilen aber aufbrausend.

In seinem chemischen Bestande nähert er sich stark dem Augite, wie man deutlich aus den beiden Analysen erkennen kann, welche G. Bischof (Chemische Geol. II. 604) mittheilt und deren eine A. den Bestand eines Augites aus der Rhön nach Kudernatsch, die andere B. aber den Bestand eines Diallages aus dem Salzburgischen nach Köhler angiebt. Zur Vergleichung ist dann noch eine dritte Analyse C. eines Diallages aus dem Gabbro von Marmorea nach G. v. Rath beigesetzt worden.

	A.	B.	C.
Kieselsäure	50,11	51,31	49,85
Thonerde	6,68	4,39	3,19
Kalkerde	18,66	18,28	18,82
Magnesia	15,72	15,69	15,56
Eisenoxydul	7,55	8,23	11,62
Wasser	—	2,11	—
	98,72	100,01	99,01

Nach diesen Analysen fällt der Diallag fast mit dem Augite zusammen. Aus diesem Grunde wird er auch geradezu von manchen Mineralogen als ein in der Umwandlung begriffener Augit oder auch als eine Abänderung des letzteren betrachtet. Sein fast nie fehlender Wassergehalt spricht indessen mehr für das Erstere. — Diesem gemäss wird nun auch seine chemische Formel eine augitische sein müssen und am gewöhnlichsten den von Rammelsberg aufgestellten beiden Formeln: $(\frac{3}{4}\dot{C}a + \frac{1}{4}\dot{F}e)\ddot{S}i + \dot{M}g\ddot{S}i$ und $(\frac{4}{5}\dot{C}a + \frac{1}{5}\dot{F}e)\ddot{S}i + \dot{M}g\ddot{S}i$ entsprechen.

c. Als eine Abart des Diallages ist zu betrachten:

der Smaragdit, ein grasgrünes Mineral, welches im Gemenge mit rothem Granate den Eklogitfels bildet, und nach Haidingers Untersuchungen als eine gegenseitige Durchwachsung von Hornblende- und Augitmassetheilen zu betrachten ist. — Vielleicht gehört auch hierher der Omphazit.

d. Umwandlungen, Associationen und geologische Bedeutung des Diallages. — Wie der Hypersthen, zu welchem, wie schon oben bemerkt, der Diallag in sehr naher Beziehung steht, scheidet der letztere bei seiner Verwitterung Eisenoxydhydrat, Eisenoxyd und Magneteisenerz, zugleich aber auch kohlensaurem Kalk und etwas Kieselsäure aus, so dass von seiner Masse, soviel bis jetzt bekannt ist, ein wasserhaltiges, an Kieselsäure und Eisenoxydul ärmeres und an Kalk leeres Magnesiasilicat zurückbleibt, welches dem Serpentin gleichkommt. — In der That hat man schon längst Uebergänge des Diallag haltigen

Gabbros in Serpentin beobachtet und hierbei zugleich auch Ausscheidungen von Quarz, Eisenglanz und Magneteisenerz bemerkt.

Ausserdem aber hat man an mehreren Orten, so an der Baste auf dem Harze und noch viel ausgeprägter bei La Presa unweit Bormio im Veltlin, die im Gabbro auftretenden Diallag-Individuen häufig in der Weise mit Hornblende verwachsen gefunden, dass diese letztere eine, schon durch ihre dunklere Färbung hervortretende, schmälere oder breitere Schale oder Zone um den Diallagkern herum bildet. Diese eigenthümliche Verwachsung kann man auf dreifache Weise erklären: Entweder kann sie entstanden sein aus der theilweisen Zersetzung des Diallages durch Aufnahme von Thonerde und Eisenoxydul und dabei zugleich stattfindender Ausscheidung von Kalkerde und etwas Kieselsäure; oder dadurch, dass beide mit einander verwachsene Mineralien sich zu gleicher Zeit aus früher vorhandenem Augite herausgebildet haben; oder endlich dadurch, dass eine früher vorhandene Hornblende sich durch Aufnahme von Kalkerde und Ausscheidung von Eisenoxydul in ihrem Innern in Diallag umgewandelt hat, was nicht leicht wahrscheinlich ist. — Mag diese merkwürdige Verwachsung indessen so oder so entstanden sein; das Bemerkenswerthe dabei bleibt immer die Erscheinung, dass sie stets am ausgeprägtesten in der nächsten Umgebung von verwitterndem Labrador auftritt.

Wie schon aus dem eben Mitgetheilten hervorgeht, so besitzt der Diallag fast dieselben Associationen, wie der Hypersthen. Er bildet mit Labrador (oder statt dessen auch wohl mit Oligoklas) den Gabbro. Ausserdem findet man in seiner Gesellschaft zunächst Hornblende, Hypersthen, Asbest, Serpentin, Almandin, vorzüglich aber Magneteisenerz, — lauter Mineralien, welche theils aus seiner eigenen, theils aus der Umwandlung von Augit und Hornblende hervorgehen können.

1. Anhang: Dem Diallag, noch mehr aber dem Hypersthen und Enstatit verwandt ist:

der Bronzit, ein in wellig-blättrigen, wahrscheinlich zum rhombischen Systeme gehörigen, Individuen auftretendes und theils im Serpentin (z. B. bei Kraubat in Steyermark und bei Kupferberg im Bayreuthischen), theils im Olivinfels, theils im Basalte (z. B. am Alpstein bei Sontra in Hessen) eingewachsenes Mineral, welches in der Richtung der Brachydiagonalen so vollkommen spaltbar ist, dass man es für Glimmer halten könnte, und dabei eine Härte = 4—5 und ein spec. Gewicht = 3—3,5 zeigt. Es ist vorherrschend nelken- oder tombackbraun, bisweilen auch messinggelb (wenn sein Eisenoxydul sich in Eisenoxydhydrat umwandelt); auf den vollkommenen Spaltflächen metallisch-perlmutterglänzend, sonst aber nur fettig glasglänzend; und kaum an den Kanten durch-

scheinend. — Vor dem Löthrohre schmilzt es sehr schwer und von Säuren wird es gar nicht angegriffen.

Es besteht nach Regnault (a) und Köhler (b)

	a. aus dem Serpentin bei Kraubat:	b. aus dem Olivin des Basaltes bei Marburg:
Kieselsäure	56,41	57,19
Thonerde	—	0,70
Magnesia	31,50	32,67
Eisenoxydul	6,56	7,46
Manganoxydul . . .	3,30	0,35
Kalkerde	—	1,30
Wasser	2,38	0,63
	100,15	100,30

und nähert sich daher in seinem chemischen Bestande am meisten dem Hypersthene, so dass ihm ebenso wie dem letztgenannten die Formel $\dot{F}e\ddot{S}i + n\,\dot{M}g\ddot{S}i$, worin $n = 4-7$ beträgt, zukommt. Er hat unter allen Hyperiten nächst dem Enstatit die grösste Menge Magnesia und nähert sich in dieser Beziehung dem Specksteine, wenn man von seinem stärkeren Eisengehalte absieht. In der That geht auch der Bronzit aus dem Serpentin von Kupferberg in ein weiches, fettig anzufühlendes, talkartiges Mineral (— den sogenannten Phästin —) über.

In seinem übrigen Verhalten steht er ebenfalls theils dem Enstatit, theils dem Hypersthen sehr nahe. Vielleicht ist er auch nur ein Umwandlungsproduct von einem dieser beiden Minerale.

2. Anhang: Dem Enstatit nahe verwandt und vielleicht ein Auslaugungsproduct des Augites oder der Kalkhornblende ist:

der Wollastonit Hauys (Kalkaugit, Tafelspath, Schaalstein, Grammit, Tabular-Spar), ein meist in glasig-glänzenden, breitsäulenförmigen, blättrigen oder schaligen Aggregaten von schneeweisser, gelblicher oder röthlicher Farbe auftretendes Mineral, welches nach Rammelsberg dem monoklinischen System angehört und einen Prismenwinkel von 84° 40′ (oder 87° 28′) zeigt. Er ist basisch vollkommen spaltbar und lässt überhaupt vier verschiedene Spaltungsrichtungen wahrnehmen. Härte = 4,5 – 5; spec. Gew. = 2,78 – 2,9. — Vor dem Löthrohre schwer schmelzbar zu halbdurchsichtigem, weissen Glase. Im Kolben kein Wasser ausschwitzend. — In Salzsäure vollständig zersetzbar unter Abscheidung von Kieselgallerte.

Im normalen Zustande aus 52,5 Kieselsäure und 47,5 Kalkerde bestehend und demnach die Formel $\dot{C}a\dddot{S}i$ fordernd.

Bildet auch der Wollastonit nirgends einen wesentlichen Felsgemengtheil, so ist er doch interessant durch seine Associationen. Er zeigt sich nämlich fast stets mit Granaten und Kalkhornblende oder deren Abarten und Umwandlungsmineralien im Verbande, so nach Cotta (Erzlagerstätten des Banats) in den Erzlagerstätten bei Csiklowa mit Grossular und blauem Kalkspath, bei Rézbánya mit Grossular und Blende. Ja im Banate bildet er nicht nur einen Hauptbestandtheil der aus Granat, Tremolit, Asbest, Strahlstein, Vesuvian bestehenden und zwischen dem Banatinite Cotta's (— einem dem Diorite nahestehenden Hornblendegesteine —) und dem Jura(?)-Kalksteine auftretenden, Contactgebilde, sondern auch in Gemeinschaft mit Tremolit, Kalkspath, Grossular und Pistazit das Kerngemenge von Granaten oder auch die Schale von Granatkernen (vergl. Cotta a. a. O. S. 57, 82, 83). Ebenso tritt er auch an anderen Orten mit Hornblende-Umwandlungen auf, so im Kalkspathe bei Auerbach an der Bergstrasse mit Hornblende und Granat. Endlich hat man ihn auch in den Auswürflingen des Vesuvs in Gesellschaft von Granat und Leucit gefunden.

C. Sippe der Hornblende oder des Amphibols.

§. 109.

Vorherrschend schwarze oder grüne, seltener graugelb oder braun gefärbte und am seltensten farblose, undurchsichtige oder höchstens halbdurchsichtige, glas- oder seidenglänzende Amphibolite, welche in monoklinischen, schiefen, vier- oder sechsseitigen Prismen, Stengeln und Nadeln von 124° 30′ und mit vorherrschend dreiflächiger Zuspitzung krystallisiren, aber auch derb oder in strahlig-, parallel- oder verworren-stengeligen und faserigen, sowie in krystallinisch körnigen Aggregaten auftreten; in der Richtung ihres Prismas sehr vollkommen spaltbar sind und auf den vollkommenen Spaltflächen stark perlmutterig (oder bei den faserigen Aggregaten) seidenartig glänzen; eine Härte = 5—6 und ein spec. Gewicht = 2,8 – 3,3 zeigen.

Sie sind vorherrschend Verbindungen von kieselsaurer Magnesia mit kieselsaurer Kalkerde und kieselsaurem Eisenoxydul, in denen die Magnesia an Menge weit vorherrscht, jedoch fehlt es auch nicht an Arten, in denen viel Kalkerde und die Thonerde nebst Kali und Natron in der Form von Aluminaten auftritt. Auch ist es bemerkenswerth, dass sich namentlich in den thonerdehaltigen Hornblendearten Fluor oder Titansäure zeigt. Ueberhaupt aber lassen sich die sämmtlichen Hornblendearten

nach ihrem herrschenden chemischen Gehalte in folgende Gruppen abteilen, in denen zugleich ihre Hauptassociationen angedeutet erscheinen:

a. Thonerde haltige Hornblende (Aluminat-Amphibole) mit 5—15 pCt. (durchschnittlich 8—12 pCt.) Thonerde. Alle enthalten zugleich 1—5 pCt. Kali und Natron und 4—25 pCt. Eisenoxydul, welches theilweise die Magnesia und Kalkerde vertritt, so dass in dem Grade, wie die Menge des ersteren wächst, die Mengen der beiden letzteren abnehmen; ausserdem auch mit Fluor oder Titansäure und oft auch Eisenoxyd.

α. Magnesiareichere und kalkärmere Aluminathornblenden. In ihnen schwankt der Gehalt der Magnesia zwischen 15 und 24 pCt., während ihr Kalkgehalt höchstens 12 pCt., gewöhnlich aber zwischen 3—9 pCt. liegt. Fluor und Titansäure sind wohl stets vorhanden. — Diese Hornblenden finden sich vorherrschend mit kieselsäurereichen Feldspathen, namentlich mit Oligoklas oder Albit associirt, sind Hauptmutterminerale des Magnesiaglimmers, Eisen- und Talkthongranates, Titaneisens, Chlorites und Specksteins und treten vorzüglich als Gemengtheile des Diorites, Syenites und auch manchen Granites und Gneisses auf. Zu ihnen gehört die gemeine Hornblende.

β. Kalkreichere und magnesiaärmere Aluminathornblenden. In ihnen überwiegt der Kalkerde- und Eisenoxydulgehalt die Magnesia; Fluor fehlt in ihnen; die Titansäure ist seltener, aber das Eisenoxyd häufiger. — Diese Hornblenden erscheinen vorherrschend mit kieselsäurearmen Feldspathen, namentlich Labrador und Anorthit, oft aber auch mit Augit im Verband, können aus dem letzteren entstehen und erscheinen selbst als Muttermineralien des Kalkthongranates, Epidotes, Vesuvianes, Dolomitspathes und titanhaltigen Magnesiaeisenerzes, seltener des Magnesiaglimmers und Chlorites, aber dafür meistens des Delessites oder auch wohl der Grünerde. Sie bilden einen wesentlichen Gemengtheil des Kalkdiorites, Uralitporphyres und Melaphyres, vielleicht auch manchen Diabases; mehr zufällig treten sie auch in den Basaltiten auf. Zu ihnen gehören die basaltische Hornblende und der Uralit.

b. Thonfreie Hornblenden mit gar keiner oder höchstens 2 pCt. Thonerde; auch treten die Alkalien, die Titansäure und das Fluor ganz zurück und Eisenoxyd wird nur in einer Art herrschend:

α. Kalkmagnesiareiche, aber eisenarme. Sie treten vorherrschend in feldspathlosen Gesteinen auf und erscheinen namentlich in Association mit Magnesia oder Kalk, oder beide zugleich haltigen Mineralien, so mit Dolomit, Talk, Chlorit, Magnesiaglimmer, Hornblende, Granat und Serpentin. Ihre Haupttheimath befindet

sich daher im Gebiete des Dolomites, Serpentins, Talk-, Chlorit-, Glimmer- und Hornblendeschiefers. Sie sind vielleicht Hauptmuttermineralien des Dolomites, Talkes und Serpentins. Zu ihnen gehören der Tremolit und Strahlstein.

β. Eisen-natronreiche, aber kakmagnesiaarme. Zu ihnen gehört der Arfvedsonit, welcher bei seiner Umwandlung viel Magneteisenerz erzeugt und hauptsächlich auch auf den Magneteisenlagern Norwegens auftritt, aber auch im Zirkonsyenite dieses Landes vorkommen soll. Ausserdem zeigt er sich in Association mit Sodalith und Nephelin, zwei Natron reichen Leucitmineralien.

§. 110. I. Hornblende oder Amphibol.

[Der Name Hornblende stammt aus dem Schwedischen und soll ein Mineral bedeuten, welches man mit andern leicht verwechseln kann; dasselbe bedeutet Amphibol vom griech. ἀμφίβολος, zweideutig. In der That wurde dieses Mineral früher mit Turmalin oder Schörl, ja selbst mit Basalt verwechselt.]

§. 110a. Mineralogische Beschreibung: Monoklinische, theils kurze, theils lange, dünnstengelförmige Säulen, deren schiefe Endfläche gegen die Axe c 75° 10′ geneigt ist, während ihr Prismenwinkel ∞ P (M) 124° 36′ beträgt. Die gewöhnlichsten Combinationen sind folgende (Fig. 17—20):

1) Die schiefe Säule (∞ P) im Verbande mit dem Klinopinakoid (∞ P ∞), welches die beiden scharfen Kanten der Säule abstumpft, so dass sie sechsflächig wird, dann noch mit der Pyramide (P) und der schiefen Basis (o P), so dass die Säule durch 3 Rhombenflächen zugespitzt erscheint. Diese sechsflächige Säule mit der dreiflächigen Zuspitzung (∞ P. ∞ P ∞. o P) ist die gewöhnlichste und bezeichnendste Combination der gemeinen und basaltischen Hornblende (Fig. 20).
2) Dieselbe Combination mit dem Klinodoma 2 P ∞ (z), wodurch zu der dreiflächigen Zuspitzung noch 2 (rhombische) Flächen treten.
3) Die schiefe Säule (∞ P) durch die beiden Pyramidenflächen l zugeschärft (also: ∞ P. P oder auch ∞ P. Fig. 17).
4) Dieselbe Combination mit dem Orthopinakoide (∞ P ∞) und der schiefen Basis (o P), so dass die schiefe Säule an ihrer stumpfen Kante (s) und an ihrer Zuschärfung (P) abgestumpft erscheint. (Fig. 18.)
5) Dieselbe Combination noch mit dem Klinopinakoide (x), der zu Folge eine achtflächige Säule (mit 4 breiteren und 4 schmäleren Flächen) mit einer abgestumpften Zuschärfung an beiden Enden entsteht. (Fig. 19.)

Ausserdem kommen auch Zwillinge nach dem Karlsbader Feldspathgesetz vor, dem zu Folge zwei Krystalle parallel ihrer Hauptaxe umgekehrt mit einander verwachsen erscheinen und an der einen Endfläche einen —

oft aber nicht deutlichen — einspringenden Winkel zeigen. Die Krystalle finden sich entweder ein- oder aufgewachsen und dann zu Drusen verbunden.

Endlich bildet die Hornblende auch sehr häufig derbe Massen mit körnigem, faserigem oder verworren stengeligem Gefüge. Erscheint sie aber im Gemenge mit anderen Mineralien als Felsbestandtheil, so bildet sie sehr gewöhnlich kleine Nadelaggregate, welche entweder ordnungslos zwischen den anderen Gemengtheilen oder zu 3—5 so mit einander verbunden liegen, dass sie vogelfussähnliche Figuren wahrnehmen lassen. Ihre Spaltbarkeit in der Richtung der Prismenflächen (also nach ∞P) sehr vollkommen. In der Richtung der Ortho- und Klinodiagonalen sehr unvollkommen. — Härte = 5—6; spec. Gewicht = 2,9—2,3. Vorherrschend schwarz, mit einem Zuge theils ins Grüne, theils ins Braune; glasglänzend, auf den vollkommenen Spaltflächen fast perlmutterig und spiegelnd; undurchsichtig.

§. 110b. Je nach ihrem chemischen Verhalten und ihren übrigen Eigenschaften zerfällt die eigentliche Hornblende (Thonhornblende) in die oben schon genannten beiden Unterarten: Thonmagnesiahornblende und Thonkalkeisenhornblende, deren jede für sich betrachtet werden muss.

§. 110 1a. Gemeine Hornblende oder Thonmagnesiahornblende. Vorherrschend kurze, schiefrhombische Säulen, deren schiefe Endflächen durch zwei Pyramidenflächen zugeschärft erscheinen (∞P. P.) oder auch solche zugeschärfte Säulen, deren stumpfe Längs- und Pyramidenkante durch die Orthopinakoidalfläche abgestumpft ist (∞P. P. ∞P∞ (s)- o P.), so dass sie etwas breitgedrückt und stark schilfartig längsgestreift erscheint; weit weniger die schiefe rhombische Säule mit abgestumpften scharfen Prismenkanten und dreiflächiger Zuspitzung an beiden Enden, also die Combination ∞P. ∞P∞. P. o P). Ausserdem auch derbe Massen mit theils stengelig-körnigem, theils nadelig-faserigen, theils auch blätterigem Gefüge. Als Gemengtheil von Gesteinen sehr gewöhnlich in kleinen stengeligen Körnern oder Nadeln, welche vogelfussähnlich verbunden sind, oder auch in kleinen blättrigen Säulen, welche bisweilen dem Magnesiaglimmer ähnlich sehen. — Rabenschwarz oder grünlichschwarz, auch wohl dunkelgrün; in dem Ritze und als Pulver grünlichgrau. Auf den Spaltflächen häufig etwas faserig und perlmutterig glänzend, aber nie so stark glasig wie die basaltische Hornblende.

Vor dem Löthrohre schwer zu einem graugrünen oder schwärzlichen Glase schmelzend. Durch Salzsäure wenig oder gar nicht angreifbar.

Ihr chemischer Gehalt wird durch folgende Analysen von gemeinen Hornblenden aus Dioriten verschiedener Gegenden charakterisirt, unter denen

No. 1 eine Hornblende aus dem Diorit von Faimont in den Vogesen (nach Delesse);

No. 2 eine grünschwarze Hornblende aus dem Diorit bei Bogolowsk im Ural (nach Rammelsberg); spec. Gewicht = 3,214;
No. 3 Hornblende aus dem Diorit von Kaltajuva im Ural (nach Heinry);
No. 4 Hornblende aus dem Diorit von Thillot in den Vogesen (nach Delesse); spec. Gewicht = 3,059;
No. 5 Schwarzgrüne Hornblende von Kongsberg (nach Kudernatsch);
No. 6 Blaugraue Hornblende von Monroe in New-York (nach Rammelsberg); spec. Gewicht = 3,123

entlehnt ist:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fluor	—	0,25	—	—	—	—
Titansäure	—	1,01	—	—	—	—
Kieselsäure	41,99	44,24	45,18	50,04	49,07	45,63
Thonerde	11,86	8,85	11,34	8,95	9,24	12,37
Eisenoxyd	—	5,13	—	(0,24)	—	—
Eisenoxydul	22,22	11,80	16,16	9,59	9,77	4,55
Manganoxydul	—	—	—	0,20	—	0,34
Magnesia	12,59	13,46	17,55	18,02	20,29	21,42
Kalkerde	9,55	10,82	9,87	11,48	10,33	12,22
Natron		2,08	—	0,81	—	2,24
Kali	1,32	0,24	—	0,08	—	0,98
Wasser	1,47	0,39	—	0,59	—	0,59
	100	98,27	100,10	100	98,70	100,34

Wirft man einen vergleichenden Blick auf die vorstehenden Analysen, so wird man Folgendes bemerken:

1) Ihr Gehalt von Magnesia beträgt wenigstens 13 und steigt bis 22 (bei anderen sogar bis 24); er nimmt zu, wie der Gehalt an Eisenoxydul abnimmt.
2) Ihr Gehalt von Kalkerde steigt höchstens bis 12; erreicht also noch nicht den Gehalt der Magnesia.
3) Unter den vorstehend analysirten Hornblenden enthalten alle, welche Alkalien besitzen, auch Wasser. Da nun dieses auch bei anderen Hornblenden der Fall ist, so möchte man vermuthen, dass dieser Gehalt an Alkalien erst durch das Wasser in die Hornblende eingeführt worsen ist (?).
4) Unter den vorstehenden Hornblenden zeigt nur eine Fluor und Titansäure. Sollten diese beiden Stoffe wirklich nicht vorhanden gewesen sein, oder sind sie blos unbeachtet geblieben? Fast möchte ich das Letztere vermuthen, da unter einer grossen Zahl von dieser Art Hornblenden, welche ich ganz besonders auf diese beiden Stoffe untersuchte, die bei weitem meisten wenigstens deutlich Spuren von Fluor zeigen.

Bemerkung: Ich mache auch hier nochmals darauf aufmerksam, dass ich, wie schon von mir in der allgemeinen Lehre von den Associationen mitgetheilt worden ist, in mehreren Thonmagnesiahornblenden durch Phosphoräther deutliche Spuren von Gold und Kupfer gefunden habe.

§. 110 ib. Basaltische Hornblende oder Thonkalkhornblende. Vorherrschend in kurzen sechsseitigen Säulen mit dreiflächiger Zuspitzung an beiden Endflächen, also in der oben schon erwähnten Combination: ∞P. ∞P∞. P. oP.; ausserdem noch mit mancherlei Abstumpfungsflächen an der dreiflächigen Zuspitzung der eben erwähnten Combination; bisweilen auch in Zwillingen der obengenannten Art. Die Krystalle in der Regel vollständig ausgebildet, eingewachsen und sehr häufig an den Kanten und Ecken abgerundet. In den Basalten der Rhön (z. B. in der Umgegend von Dermbach und Zelle) oft von 2—3 Zoll Länge und 1 Zoll Querdurchmesser. Als Gemengtheil von Gesteinen aber in der Regel sehr kleinkörnig bis pulverig, nie in vogelfussähnlichen oder strahligstengeligen Gruppirungen und dabei so innig mit den übrigen Felsgemengtheilen verwachsen, dass man sie nicht von den letzteren trennen kann. — Ihre Spaltflächen äusserst vollkommen, spiegelnd glatt und stark glasglänzend. — Pech- oder bräunlichschwarz, undurchsichtig; im Ritze aber oder als Pulver bräunlich. — Vor dem Löthrohre viel leichter als die Magnesiahornblende, und gewöhnlich unter Kochen, zu einem grünlichen oder schwarzen Glase schmelzend. — Durch Salzsäure theilweise zersetzbar und bisweilen etwas aufbrausend. — Oft auch beim Anhauchen einen unangenehm bitteren Thongeruch gebend, was jederzeit den Beginn ihrer Zersetzung bezeichnen dürfte.

Ihre chemische Zusammensetzung erhellt aus folgenden Analysen, von denen

No. 1 eine Hornblende von der Rhön bei Fulda (nach Klaproth);
No. 2 eine Hornblende von Bilin in Böhmen (nach Struve);
No. 3 eine Hornblende aus basaltischer Wacke von Cernosin in Böhmen mit einem spec. Gew. = 3,225 (nach Rammelsberg);
No. 4 eine Hornblende vom Vogelsberg in Hessen (nach Bonsdorff);
No. 5 eine Hornblende aus dem Trachyte des Stenzelberges im Siebengebirge mit einem Gewichte = 3,266 (nach Rammelsberg)

betrifft.

	1.	2.	3.	4.	5.
Titansäure	—	—	0,80	—	0,19
Kieselsäure	47	40,08	40,65	42,24	39,62
Thonerde	26	17,59	14,31	13,92	14,92
Eisenoxyd	—	—	5,81	—	10,28
Eisenoxydul	15	12,32	7,18	14,59	7,67
Manganoxydul	—	—	—	0,33	0,24
Magnesia	2	13,50	14,06	13,74	11,32
Kalkerde	8	11,01	12,55	12,24	12,65
Natron	—	0,96	1,64	—	1,12
Kali	—	1,89	1,54	—	2,18
Wasser	0,5	1,22	0,26	—	0,48
	98,5	98,57	99,10	97,06	99,67

Aus den vorstehenden Analysen ersieht man Folgendes:
Die basaltische Hornblende steht der gemeinen in ihrem Bestande sehr nahe; aber sie unterscheidet sich von ihr:

1) durch ihren, in Beziehung auf die Magnesia, viel grösseren Kalkgehalt; denn sie enthält durchschnittlich 10—13 pCt. Kalkerde und nur 11—14 pCt. Magnesia;
2) durch ihren durchschnittlich kleineren Kieselsäuregehalt, welcher bei ihr 40—47 pCt., bei der Magnesiahornblende aber 40—50 pCt. beträgt;
3) durch ihren durchschnittlich grösseren Thonerdegehalt, welcher bei ihr von 12 bis 26, bei der Magnesiahornblende von 8—12 steigt;
4) durch ihren mehr hervortretenden Eisenoxydgehalt, welcher leider gerade in den vorstehenden Analysen meist unbeachtet geblieben ist;
5) durch ihren Mangel an Fluor; nur in der Struve'schen Analyse No. 2 wird 1,04 Fluor angegeben. Ich habe noch nie in einer basaltischen Hornblende Fluor, dagegen meist Spuren von Titansäure gefunden. (Auch habe ich noch nie Gold in ihr bemerkt.)

§. 110 1c. Uralit, eine dunkelgrüne Kalkhornblende mit den Spaltflächen der basaltischen Hornblende und der Krystallform des Augites, ist schon oben bei den Umwandlungen des Augites (S. 656) beschrieben worden. Hier mögen daher nur noch folgende Bemerkungen ihren Platz finden.

G. Rose, welcher zuerst den Uralit entdeckt und sorgfältig untersucht hat, theilt über denselben in seiner Reise nach dem Ural (Bd. II, S. 347 ff.) mit, dass derselbe bald das ganze Innere der Augitkrystalle ausfüllt, so dass vom Augite nichts weiter als die Form noch übrig geblieben ist, bald auch nur theilweise den Raum der Augitkrystalle einnimmt, so dass er einen mehr oder weniger grossen Kern von Augitmasse umschliesst, ja oft nur eine dünne Aussenschale um den letzteren bildet.

ach eben diesem Gewährsmanne fallen die Spaltungsflächen beider in nander gewachsener Minerale in eine Zone, und sind den äusseren Flächen er Krystalle parallel. Im Uebrigen sind die Massen beider gut zu unterheiden, da die Hornblende dieser uralischen Uralite dunkelgrün ist und ch vor dem Löthrohre leicht schmelzen lässt, während ihr etwa noch orhandener Augitkern licht grasgrün ist und sich weit schwerer schmelzen sst. Bemerkenswerth erscheint es noch, dass sich nach G. Rose (a. a. O. 575) in dem Augitporphyre des Urales nie wahre Augitkrystalle und ralitkrystalle getrennt neben einander finden, weshalb man auch recht it Uralitporphyre und eigentliche Augitporphyre unterscheiden kann, in ren ersten also das Gemenge aus Uralit und Oligoklas besteht, während den letzteren Augit mit Labrador gemengt erscheint. Man hat übrigens n Uralit später auch in anderen Augitgesteinen beobachtet, so in dem ugitporphyr bei Predazzo in Südtyrol und in den Augit haltigen Magnetsensteinlagern bei Arendal.

§. 110c. Verwitterung und Umwandlung der Thonerde-ornblenden.

Wie bei jedem Minerale, so ist auch bei der Hornblende derjenige rsetzungsprocess, welcher durch die Atmosphärilien allein ausgeführt wird, n derjenigen Umwandlungsweise, welche durch die Verwitterungsproducte derer sich zersetzender, aber mit der Hornblende im Verbande stehender ineralien hervorgerufen wird, wohl zu unterscheiden.

Der durch die Atmosphärilien allein durchgeführte, einfache Vertterungsprocess findet bei der Hornblende weit seltener und nur dann att, wenn sich die letztere in einer mineralischen Umgebung befindet, lche in keiner Weise auf die Hornblende einwirken kann, sei es nun, ss diese Umgebung weit schwieriger und darum später und langsamer rwitterte als die Hornblende, sei es dass bei schnellerer Verwitterung re Producte einen Ableitungskanal besitzen, auf welchem sie nicht zur ornblende gelangen können. — In diesem Falle zeigt sich dann dieser fache Verwitterungsprocess der Hornblende in ganz ähnlicher Weise, wie im Augite:

a. Bei ungehindertem Luftzutritte wird zuerst durch den Sauerstoff das Eisenoxydul höher oxydirt und als ockergelbe Eisenoxydhydratrinde aus seiner Verbindung mit der Kieselsäure heraus auf die Oberfläche der angewitterten Hornblende getrieben; sodann laugt das mit Kohlensäure versehene Atmosphärenwasser zunächst die Kalkerde als Kalkbicarbonat, und nachher die Magnesia theils als Magnesiabicarbonat, theils wohl auch als Magnesiasilicat, allmählig so aus, dass nur kieselsäurereiches Thonerdehydrat von ihrer Masse noch übrig bleibt. Dieses letztere mengt sich nun mit dem zuerst ausgeschiedenen Eisenoxydhydrate und bildet

einen ledergelben eisenschüssigen Lehm. — Das letzte Verwitterungsproduct der Thonerde ist also ein eisenschüssiger Lehm. — Wenn die Hornblende recht reich an Eisenoxydul ist, dann bildet sich, auf ihrer Oberfläche oder auch auf den Spaltflächen ihrer Masse, zumal wenn der Zutritt des Sauerstoffes nur schwach ist (wie dies unter anderem auf den Klüften der Hornblendegesteine oder auf einer mit Flechten bewachsenen Oberfläche der letzteren stattfindet), gewöhnlich zuerst ein violett schillernder Ueberzug von Eisenoxyduloxyd (Magneteisen) und später erst aus diesem allmählig ockergelbes Eisenoxydhydrat. Sehr gewöhnlich entsteht diese Magneteisenschale auch unter der zuerst auf der Oberfläche der Hornblende entstandenen Eisenoxydrinde, wie man bemerken kann, wenn man die letztere behutsam abfeilt, natürlich, weil diese den Luftzutritt hemmt. In dieser Weise kann also die Hornblende auch die Erzeugerin nicht blos von Brauneisenstein, sondern auch von Magneteisenerz werden.

b. Bei abgeschlossenem Sauerstoffe, wie dies in tieferen Regionen der Hornblendegesteine meist der Fall ist, tritt gleich Anfangs das Kohlensäure haltige Wasser um so schneller und stärker in Thätigkeit, je reicher an Kalkerde die von ihm benetzte Hornblende ist; die basaltische Hornblende verwittert darum leichter als die gemeine und nähert sich in dieser Beziehung sowohl, wie auch in ihren Verwitterungsproducten ganz dem Augite, während die gemeine Hornblende dem Hypersthen nahe steht. Indessen kommt es im Allgemeinen bei dieser Art Verwitterung ganz auf die Menge des Wassers und der in ihm vorhandenen Kohlensäure an.

α. Sind es nur geringe Mengen Wassers mit nur sehr geringen Mengen Kohlensäure, welche auf die Hornblende einwirken, so wird die letztere nur ihres Kalkgehaltes beraubt, so dass zuletzt eine kalklose, lockere, mürbe, fast dem Chlorit ähnliche, Hornblende übrig bleibt. Auf diese Weise angegriffene Krystalle der Basalthornblende zerblättern sich leicht und zeigen auf ihren Spaltflächen zarte Ueberzüge von Kalkcarbonat, wie ihr Aufbrausen mit Salzsäure lehrt. Bisweilen füllen solche Calcitüberzüge nicht blos die Spalträume zwischen den Hornblendeblätterlagen, sondern auch alle Gesteinslücken in der Umgebung der Hornblende (z. B. am Basalte der Pferdekuppe auf der Rhön.)

β. Wirken dagegen kohlensäure- und wasserreichere Lösungen auf die Hornblende ein, so wird dieselbe nicht nur ihres ganzen Kalkgehaltes, sondern auch der vorher mit dem Kalke verbundenen Kiese-

säure beraubt und zwar in der Weise, dass einerseits kieselsaurer Kalk (d. i. Wollastonit) und andererseits

bei magnesiaärmeren, eisenoxydulreichen Hornblenden: Eisenchlorit oder Delessit, und bei magnesiareicheren, eisenoxydularmen Hornblenden: Chlorit

entsteht. So wenigstens habe ich es theils an der gemeinen Hornblende des Thüringerwaldes, theils auch an der basaltischen Hornblende der Rhön mehrfach da beobachtet, wo Steinbrüche an stark bewaldeten Bergen eröffnet worden waren. Dabei habe ich aber auch noch auf den Klüften verwitternder Diorite oft Specksteingebilde bemerkt. Ob diese nun auf dieselbe Weise wie der Delessit und Chlorit entstehen, das kann ich nicht beweisen. Auch muss ich bekennen, dass ich nicht mit voller Sicherheit weiss, ob die fast wie Asbest aussehenden, grauweissen Fasern auf den Spalten verwitternder Hornblende wirklich Wollastonit waren. Sie bestanden nach meinen Untersuchungen aus kieselsaurem Kalk von der Formel $\dot{C}a\ddot{S}i$; darum hielt ich sie für Wollastonit.

Die Delessitbildungen dagegen habe ich vielfach beobachtet und dabei stets gefunden, dass sie Zersetzungsproducte eisenreicher Kalkhornblenden sind. Die Melaphyre des Thüringerwaldes, welche stets Kalkhornblende enthalten, zeigen sie häufig genug. Nie aber habe ich dieselben an den eisenärmeren Magnesiahornblenden der thüringer Diorite bemerkt; sie zeigten stets nur Chloritbildungen, welche theils auf den Klüften der Diorite auftraten, theils zarte Ueberzüge auf den Spaltflächen der verwitternden Hornblendekrystalle oder auch einen festen Ueberzug auf diesen Krystallen bildeten. Wahre Afterkrystalle von Chlorit nach Hornblende, wie sie Reuss (vergl. Neues Jahrb. der Mineral. 1840, S. 136) am Greiner in Tyrol beobachtet hat, sind mir selbst noch nicht vorgekommen.

γ. Wirkt endlich reichliches Wasser mit starkem Kohlensäuregehalte auf Hornblende ein, wie es unter anderem in mit Wasser gefüllten Klüften im Inneren dichtbewaldeter Diorit- und Syenit- oder auch Melaphyrberge des Thüringerwaldes der Fall ist, dann wird nicht nur die Kalkerde, sondern auch das Magnesia- und Eisenoxydulsilicat ganz ausgelaugt, so dass nur Walkerthon übrig bleibt. Die ausgelaugten Silicate aber werden durch die Kohlensäure ihres Lösungswassers allmählich noch ihrer Kieselsäure beraubt und in Carbonate umgewandelt, welche sich später alle bei Verdunstung ihres Lösungswassers an den Wänden ihrer Sammelklüfte als Quarz, Eisenspath-, Dolomit-, Braun- und Kalkspath absetzen.

Es sind im Vorstehenden die Zersetzungsproducte der Hornblende durch

Sauerstoff und Kohlensäure so geschildert worden, wie ich selbst sie in der Natur beobachtet und durch möglichst genaue Untersuchungen bestätigt gefunden habe. Ausser diesen Zersetzungsproducten hat man aber auch Uebergänge der Hornblende in Serpentin und Asbest beobachtet.

1) In Serpentin kann nur eine eisenoxydul-, thon- und kalkerdearme, aber magnesiareiche Hornblende dadurch umgewandelt werden, dass ihr die Kalk- und Thonerde ganz und die Kieselsäure sowie das Eisenoxydul zum Theil entzogen wird. Die Auslaugung der Kalkerde und der Kieselsäure durch kohlensaures Wasser, sowie die theilweise Ausscheidung des Eisenoxyduls durch Sauerstoff ist wohl leicht erklärlich, wodurch aber in diesem Falle die vorhandene Thonerde aus der Hornblendemasse entfernt wird, das ist mir dunkel. Dass thonerdefreie Hornblenden — wie z. B. Strahlstein — durch Auslaugung mittelst Kohlensäure in Serpentin umgewandelt werden, das ist erwiesen. Breithaupt z. B. beschreibt (im neuen Jahrb. der Chemie und Pharmacie Bd. 63, S. 282) einen solchen Uebergang von ganz frischem glasigen Strahlstein der Grube Engelsburg bei Presnitz in Böhmen in dichten edlen Serpentin, welcher zum Theil noch die Spaltungsumrisse des Strahlsteins besitzt. Ich selbst habe im Würzburger Mineraliencabinet Strahlstein von Fahlun in Schweden gesehen, welcher zum Theile in Serpentin umgewandelt war. Daselbst habe ich auch nicht nur Hornblende im Serpentin des Zillerthales, sondern auch mit deutlichen Uebergängen in Serpentin (von Arendal) beobachtet. Sonst aber sind mir noch keine Belege dieser Art bekannt geworden.

2) Aehnlich möchte es am Ende mit dem Asbest sein. Weibye theilt im neuen Jahrb. der Miner. (1849, S. 777) mit, dass Hornblende bei Kragerö in Asbest übergeht. „Die Blätterdurchgänge der Hornblende erscheinen nemlich zwischen bestimmten Grenzen nach und nach auf den Aussenflächen der Krystalle, oder die Krystalle theilen sich in dünne Lamellen, welche nach und nach dünner werden, bis sie sich zuletzt als seidenglänzende, biegsame Fasern eines grünlichgrauen Asbestes darstellen, während die Krystallflächen der ursprünglichen Hornblende noch erhalten sind." — Da die gemeine Thonmagnesiahornblende von Natur Anlage zur Absonderung von Fasern hat und in dieser Anlage durch Aufnahme von Wasser und Ausscheidung von Kalk noch so verstärkt wird, dass sie sich in der That mit Beibehaltung ihrer Krystallform und Spaltbarkeit in Blätter theilt, deren jedes aus parallel mit einander verbundenen Fasern besteht, so ist diese Umwandlung dem äusseren Anscheine nach wohl eine Thatsache. Bestehen aber auch die angeblichen Asbestfasern wirklich aus Asbestmasse, d. h. sind sie wirklich frei von Thonerde und kiesel-

säurereich, wie es der Fall beim wahren Asbeste ist? — Die von mir untersuchten Asbeste dieser Art waren immer noch kalkerdeleere, aber thonerdehaltige Hornblenden. Man kann daher nicht eher hierüber zu einem sicheren Schlusse kommen, bis man vollständige Analysen sowohl über die sich umwandelnde Hornblendeart, wie über den aus ihr entstandenen Asbest erhält. Dass thonerdefreie Hornblenden, wie Tremolit und Strahlstein, oder thonerdefreie Augite, wie Diopsid, sich durch Aufnahme von Wasser und theilweiser oder gänzlicher Ausscheidung von Kalkerde sich in Asbest umwandeln, das ist gewiss und auch leicht erklärlich (vgl. weiter unten Tremolit, Strahlstein und Asbest).

Soviel über die Veränderungen, welche die Hornblende erleidet, so lange keine anderen Umwandlungsagentien auf sie einwirken, wie das mit Sauerstoff oder mit Kohlensäure versehene Meteorwasser. Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, so werden alle diese Veränderungen einfach durch Oxydation des Eisenoxydulgehaltes und durch gänzliche oder theilweise Auslaugung der Kalkerde und in manchen Fällen auch des Eisenoxydules hervorgebracht. Neue Stoffe werden also der Hornblende bei allen diesen Veränderungen nicht zugeführt.

Es giebt nun aber auch Umwandlungen der Hornblende, bei welchen von Aussen her neue Stoffe in die Hornblendemasse eingeführt und dafür schon vorhandene ausgeführt werden. Diese zweite Art von Umwandlungen findet hauptsächlich dann statt, wenn die Hornblende mit anderen Mineralien im Verbande steht, welche früher als die Hornblende verwittern und bei ihrer Verwitterung Stoffe entwickeln, welche umwandelnd auf die Masse der letzteren einwirken können. Dies ist nun vor allem der Fall, wenn alkalienreiche Feldspathe, so namentlich Oligoklas oder Labrador, mit der Hornblende in Verbindung stehen. Diese Mineralien verwittern schneller als die mit ihnen verbundene Hornblende und geben dann im Wasser lösliches Kali- und Natronbicarbonat. Kommt dieses mit der Hornblendemasse in Berührung, so wird es von derselben aufgenommen und dafür Kalkerde als Carbonat ausgeschieden. Gewiss erlangen auf diese Weise die oben beschriebenen Hornblenden ihren Kali-, Natron- und Wassergehalt; gewiss aber ist es auch, dass auf diese Weise kalkreiche Thonhornblenden in kalkarme, und kalkarme, magnesiareiche Hornblenden allmählig ihres ganzen Kalkgehaltes, ja auch eines Theiles ihres Eisenoxydules beraubt und in Magnesiaglimmer umgewandelt werden können. Viele Thatsachen sprechen für diese Umwandlung der magnesiareichen, eisenoxydul- und kalkarmen Hornblende in Magnesiaglimmer.

1) Am Ringberge bei Ruhla unweit Eisenach tritt aus dem Magnesiaglimmerschiefer ein schwarzer, fast dichter Hornblendeschiefer hervor.

An der Oberfläche seiner Platten sieht derselbe fast aus wie wahrer Glimmerschiefer; in seinem Querbruche aber bemerkt man wie die ganze Hornblendemasse von parallelen Glimmerlamellen so durchsetzt wird, dass das ganze Gesteine aus abwechselnden Lagen von Hornblende und Glimmer besteht. Dabei aber erscheint der Glimmer so fest mit der Hornblende verwachsen, dass man ihn absolut nicht von der letzteren trennen kann; ja sehr gewöhnlich geht er in die Hornblendemasse so über, dass man keine Unterscheidungsgrenze zwischen beiden Mineralien mehr zu finden vermag.

2) In dem grobkörnigen, weiss und schwarz gefleckten Diorite des Drusethales am Südabhange des Thüringerwaldes findet sich neben der Hornblende viel schwarzer Magnesiaglimmer. Sehr oft kommt es aber in diesem Gesteine vor, dass, wenn man mit einer Federmesserspitze ein Glimmerblättchen abhebt, unter demselben ein Hornblendekern sitzt, oder auch dass sich das Glimmerblättchen gar nicht abheben lässt, weil es an seiner unteren Seite unmittelbar in die Hornblendemasse hineingewachsen erscheint. Da sich diese Erscheinung am deutlichsten an den halbangewitterten Dioriten zeigt, so lässt sich daraus folgern, dass eben die Verwitterungsproducte des kaolinischen Oligoklases diese Umwandlung der Hornblende hervorgerufen haben. — Ganz dasselbe hat H. vom Rath am Tonalit im Adamellogebirge beobachtet; denn den grösseren Hornblendekrystallen dieses Gesteines „sind fast immer unregelmässig gelagerte Magnesiaglimmerblättchen eingemengt" und: „Hornblende und Magnesiaglimmer vertreten sich in gewisser Weise, so dass die Hornblende mehr zurücktritt, wenn der Glimmer an Menge zunimmt" (vgl. Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellschaft 1864, S. 249: „Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen").

3) An den über zollgrossen Krystallen der eisenoxydulreichen Kalkthonhornblende des Basaltes an der Rhön (z. B. bei Urnshausen) kommt es sehr oft vor, dass die Spaltflächen dieser Krystalle theils mit einem drusigen Ueberzuge von Calcit und Magneteisenerz, theils aber auch mit einer nicht loszutrennenden, zarten Lamelle von rostbraunem Glimmer (sogenanntem Rubellan) überzogen sind. Oft sind auch diese Krystalle an ihrer Oberfläche mit einem solchen Rubellanhauche versehen. Am meisten und deutlichsten tritt jedoch diese Glimmerbildung an den halbangewitterten Hornblendekrystallen hervor, welche lose in dem Erdboden oder im Verwitterungsschutte des Basaltes umherliegen. Es ist zu vermuthen, dass auch die sechsseitigen rostbraunen Glimmerlamellen, welche so häufig in den tuffartigen Basalten der Rhön vorkommen, nichts weiter als Umwandlungen der basaltischen Hornblende sind; wenigstens spricht dafür, dass — wenigstens

nach meinen Beobachtungen — dieselben nur dann zu bemerken sind, wenn in dem Basalte Krystalle von Hornblende auftreten. Bemerkenswerth erscheint hierbei auch noch, dass alsdann die ausgeschiedenen Magneteisenrinden stets titanhaltig (von der Hornblende) sind. — Ebenso möchte ich aber auch glauben, dass die 6seitigen Glimmertäfelchen in dem Melaphyr (Glimmerporphyr Cottas) zwischen Ilmenau und Suhl am Thüringerwalde nur Umwandlungsproducte der in diesem Gesteine herrschenden Kalkthonhornblende sind.

4) H. Fergus hat beobachtet, dass an den Grünsteinfelsen bei Boston die lange Zeit der Witterung ausgesetzte Oberfläche mit Glimmerschüppchen bedeckt ist, während das Innere des Gesteines keinen Glimmer, sondern nur Hornblende enthält. Auch hat derselbe gefunden, dass der Witterung ausgesetzte Hornblendetheile dieses Gesteines vor dem Löthrohre in der äusseren Flamme eine lichtere Farbe annahmen und dann nach dem Erkalten schon beim leichtesten Stosse in goldfarbige Schuppen zerfielen, welche alle Merkmale des Glimmers zeigten (vgl. Neues Jahrb. der Miner. 1850. S. 61).

Wie in den eben angegebenen Fällen die Hornblende in Magnesiaglimmer umgewandelt wird, so hat man auch Fälle, welche eine Umwandlung dieses Minerales in Chabasit wahrnehmen lassen. F. Sandberger erwähnt in seiner Uebersicht der geologischen Verhältnisse Nassau's (S. 76 und 98) Augit- und Hornblendekrystalle (basaltische Hornblende), welche an ihrer Aussenfläche ganz mit Chabasitkrystallen besetzt sind. Ich selbst habe solche mit Chabasit überzogene Basalthornblende im Basaltmandelsteine von Härtlingen in Nassau (im Würzburger Cabinet) gesehen. Nach G. Bischof (Chem. Geol. II. S. 877) durchdringen diese Krystalle den Raum der Hornblendekrystalle so, dass von der Masse der letzteren oft nur noch unbedeutende Reste übrig sind, oder sie bedecken die Spaltflächen der Hornblende. Nach eben diesem Gewährsmanne ist nun bei dieser eigenthümlichen Umwandlung anzunehmen, dass zunächst von der Hornblende Wasser und Alkalien aufgenommen und dafür das Eisenoxydul und die Magnesia ganz oder zum grossen Theile ausgeschieden werden, und dann die Thonerde ganz in die Stelle einer Basis tritt.

Dass endlich kalk- und eisenreiche Thonhornblenden unter Aufnahme von Kalkerde und Ausscheidung von Magnesia und Kieselsäure sich in Granate, namentlich in Almandin und Grossular, und in Pistacit und Vesuvian umwandeln können, ist bei der Beschreibung dieser drei Mineralien (§. 77) schon erwähnt worden. Das Merkwürdigste bei dieser Umwandlung ist die Aufnahme der leicht im kohlensauren Wasser löslichen Kalkerde und die dabei zugleich stattfindende Ausscheidung der schwer löslichen Magnesia. Und doch bemerkt man die Produkte dieser Umwandlung sehr häufig in schönster Gruppirung neben einander oder auch in deutlicher

Verwachsung mit oder in einander; denn einerseits sind wie schon namentlich bei den Associationen des Granates gezeigt worden ist, Magnesiaglimmer, Chlorit, Serpentin, Asbest, Quarz und Calcit, — also lauter Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte der Hornblende —, stets die treuesten Gefährten der Granate, Epidote und Vesuviane, und andererseits trifft man auch Granate, welche einen Kern von Hornblende umschliessen.

Bemerkung: Im Würzburger Mineraliencabinete zeigte mir Professor Sandberger auch einen Krystall der gemeinen Hornblende, dessen Inneres aus einem Gemenge von Kalkspath und deutlichen Augitkrystallen besteht (von Arendal). Ist hier nun von einer Perimorphose oder von einer Umwandlung der Hornblende in Augit oder umgekehrt des letzteren in die erstere die Rede?

Schliesslich sei hier noch einer Zersetzung der gemeinen Hornblende gedacht, welche ich einige Male schon an Dioriten des Thüringer Waldes beobachtet habe, so unter anderen an einem glimmerreichen Dioritschiefer bei Ruhla. Dieses letztgenannte Gestein enthält nämlich sehr viel Eisenkiese, — (theils Pyrit theils Magnetkies) —, sowohl in seiner Masse eingesprengt, wie auch auf den zahlreichen Absonderungsspalten, welche den Diorit von oben nach unten durchziehen. Ueberall nun, wo diese Eisenkiese sich oxydirt haben, so vorzüglich an den Wänden der Dioritspalten, erscheint sowohl die Hornblende wie auch der mit ihr verbundene Oligoklas angeätzt und in schwefelsaure Salze verschiedener Art zersetzt. In der Regel befinden sich diese meist im Wasser leicht löslichen Salze, unter denen sich vorzüglich Alaun, Haarsalz, Bittersalz und Gyps bemerklich machen, in buntem Gemische auf den eben erwähnten Kluftflächen des Diorites bisweilen nur als zarte, schimmel- oder mehlähnliche Beschläge, manchmal aber auch in grösserer Menge als krystallinische Ausblühungen. Schabt man sie von den Kluftflächen ab, so erscheint die Dioritmasse unter ihnen in einem gänzlich zersetzten Zustande: ihre im frischen Zustande graulich schwarzgrüne Farbe ist schmutzig graugelb; ihr Zusammenhalt schmierig erdig (thonig); ihr Oligoklas fast ganz verschwunden; ihr schwarzer Glimmer in braunrothes Eisenoxyd umgewandelt und von ihrer Hornblende nur noch ein ganz zellig zerfressener Quarz und ein umbrabraunes, wadartiges, aus Mangan- und Eisenoxydhydrat bestehendes, Pulver vorhanden. — In diesem Falle hat also die bei der Oxydation der Eisenkiese entstehende Schwefelsäure aus der Hornblende die Kalkerde, Magnesia und Thonerde ganz ausgezogen und in Gyps, Bittersalz und Haarsalz umgewandelt, und von ihrer Masse nichts weiter übrig gelassen als die Kieselsäure in der Form von zelligem Quarz, und den Eisen-Mangangehalt in der Gestalt des wadartigen Pulvers.

§. 110d. Associationen der Hornblende. — Die gemeine und basaltische Hornblende haben zwar manches in ihren Geselligkeitsverhältnissen mit einander gemein, sind aber grade in ihren Grundvereinen so von

einander verschieden, dass es nothwendig erscheint, die Associationen jeder einzelnen für sich zu betrachten.

1. Associationen der gemeinen oder Thonmagnesiahornblende. — Diese Art der Hornblende ist ein primäres oder ursprüngliches Mineral und muss aus Lösungeu hervorgegangen sein, welche wohl reich an Kieselsäure, Thonerde, Alkalien und Magnesia, aber arm an Kalkerde und Eisenoxydul waren; sie findet sich darum hauptsächlich in der Verbindung von kieselsäurereichen Feldspathen, vorzüglich von Oligoklas, weniger von Albit und nur bedingungsweise von Orthoklas; denn kommt sie mit diesen beiden letzten vor, so bemerkt man wohl stets noch in ihrem Vereine den Oligoklas, so dass man diesen letzten gradezu als das Vermittelungsglied zwischen ihr und dem Orthoklas oder Albit halten möchte. Ausser diesen Feldspathen machen von primären Mineralien sich nur noch Magnesiaturmaline und Magnesiagranate in ihrem Associationskreise bemerklich; dagegen können die Augite, wenigstens die kalk- und eisenreichen, ebenso wenig in ihren Vereinen gefunden werden, wie Kieselsäure arme, kalkreiche Feldspathe.

Unter denjenigen secundären Mineralbildungen d. h. denjenigen Mineralarten, welche theils aus ihr selbst theils aus den mit ihr im Verbande stehenden Primärmineralien entstehen können, macht sich namentlich der aus ihr erzeugte Magnesiaglimmer, Chlorit, Eisen-, Mangan- und Magnesiathongranat, Flussspath, Titaneisenerz, Rutil, Quarz, Kupfer und auch Gold bemerklich. Ausserdem finden sich dann noch da, wo Turmaline in ihrer Gesellschaft auftreten, die Umwandlungsproducte dieser letzteren als mittelbare Gesellschafter der Hornblende, so der Kali- und Lithionglimmer und manchmal auch der Staurolith und Cyanit.

Mit Berücksichtigung aller dieser, sich auf Erfahrung gründenden, Thatsachen lassen sich nun für die Thonmagnesiahornblende folgende Associationsreihen aufstellen (s. S. 688):

Zusätze:

1) Die in (S. 668) nachstehender Uebersicht eingeklammerten und mit einem Fragezeichen versehenen Associationsgenossen werden gewöhnlich in Oryktognosieen und geognostischen Werken als „Begleiter der Hornblende" aufgeführt; ich selbst habe dieselben noch nie in der Gesellschaft der gemeinen Hornblende, sondern stets nur in Gesteinen gefunden, welche basaltische Hornblende, Tremolit oder Strahlstein enthielten. Und in der That glaube ich auch behaupten zu dürfen, dass sie nur aus diesen letztgenannten drei Hornblendearten hervorgehen können; sie wer- [illegible] nochmals in den Associationsreihen derselben auf-

[illegible] nend für das Vorhandensein von Thon-
[illegible] de erscheinen unter ihren Zersetzungs-

genossen namentlich: **nicht magnetische** Titaneisenkörner und Quarz mit Chlorit und Rutil oder auch mit Flussspath. In der Regel bildet dieser Quarz Adern und Gänge in den Syenit- und Dioritgesteinen.

Die gemeine Hornblende
steht in Associationen mit

primären Mineralien

kieselsäurereichen Feldspathen.

Oligoklas, Albit, (selten Orthoklas).

Turmalin und Magnesiagranat

secundären Mineralien, d. h.

den Umwandlungsproducten ihrer Associirten, also

des Turmalins; des Granates,

Lithion-, Kali-, Magnesiaglimmer, Chlorit, Talk, (Speckstein?), Epidot, Quarz.

den Umwandlungs- und Verwitterungsproducten der Hornblende selbst:

Verwitterungsproducten:

mit den Auslaugungsproducten ihrer Masse:

Aragonit, Calcit, Bitterspath, Dolomit und Eisenspath, auch Quarz.

mit den ausgelaugten Rückständen ihrer Masse:

Chlorit, Talk, Speckstein, (Delessit und Serpentin) Walkerthon.

Eigentlichen Umwandlungs- u. Zersetzungsproducten:

bei theilweiser Umwandlung durch:

Aufnahme von Wasser u. Alkalien und Ausscheidung

von Kalkerde: **Magnesiaglimmer** und **Asbest.**

von Magnesia- u. Eisenoxydul: (Chabasit?)

Aufnahme von Wasser und Kalkerde u. Ausscheidung von Magnesia und Kieselsäure: **Granat, (Vesuvian?) Pistacit.**

bei gänzlicher Zersetzung: **Quarz, Rutil, Titaneisenerz,** Kalk-, Bitter-, Dolomit-, Eisen- und **Flussspath**, auch **Gold- und Eisenkies** (vielleicht auch andere Schwefelerze).

3) Auf eben diesen Quarzausscheidungen der Thonmagnesiahornblende scheint auch die Hauptheimath des Goldes und der goldführenden Eisenkiese (Pyrite) zu sein; ja, wäre es nicht zu gewagt, so möchte ich nach meinen bis jetzt gemachten Erfahrungen geradezu behaupten, dass die Thonmagnesiahornblende das Hauptmuttermineral für das Gold ist.

4) Bemerkenswerth erscheint es auch, dass ausser den obengenannten Associationsgenossen noch mancherlei Schwefelerze, so namentlich Bleiglanz, und Blende vorkommen. Wie diese in die Gesellschaft der Hornblende kommen, ist mir vor der Hand noch

dunkel; denn ich wenigstens habe sie noch nie in dem chemischen Bestande der letzteren auffinden können.

5) Endlich wird auch die Hornblende als Kerngemenge von Granatperimorphosen angegeben. Nach meinen Untersuchungen ist dies aber keine Magnesiahornblende, sondern Kalkhornblende, Tremolit oder Wollastonit. Dafür spricht auch die Epidotbeimengung.

Bemerkung: Die Angabe der Fundorte für die oben aufgeführten Associationen ist unterlassen worden, weil sie schon bei den Associationen des Turmalins (§. 75), Granates (§. 76), Vesuvians (§. 77_1), Epidotes (§. 77_2) und Oligoklases erwähnt worden ist.

2) Associationen der basaltischen oder Thonkalkhornblende. — Die Thonkalkhornblende kann als primäre, aber auch als secundäre Mineralbildung vorkommen. Im ersten Falle muss sie aus Mutterlösungen entstanden sein, welche nicht reich an Kieselsäure, Thonerde, Kali und Magnesia, aber sehr reich an Kalkerde und Eisenoxydul waren und auch Natron enthielten; darum findet sie sich auch vorherrschend in der Verbindung mit kieselsäurearmen Feldspathen, namentlich mit Labrador oder auch mit Anorthit und dann bisweilen auch mit Oligoklas, aber wohl nie mit diesem allein, so dass man den Labrador oder noch mehr den Anorthit als das Vermittelungsglied zwischen ihr und dem Oligoklas ansehen möchte. Ansserdem ist von primären Mineralien noch der Augit als treuer Genosse dieser Hornblende zu beachten; ja derselbe ist gradezu häufig das Muttermineral derselben. In diesem Falle also erscheint sie als secundäre Mineralbildung und dann als solche gewöhnlich im Verbande oder selbst in Verwachsung theils mit dem Augite selbst, theils mit anderen aus seiner Umwandlung hervorgegangenen Mineralarten, so namentlich mit dem Diallag, Hypersthen, Almandin, Grossular und Vesuvian oder mit Magneteisenerz. Turmalin, Kaliglimmer und Thonmagnesiahornblende scheinen dagegen aus den oben angegebenen Gründen ihren Vereinen fremd zu sein.

Unter den secundären Mineralbildungen, welche aus ihrer eigenen Zersetzung oder Umwandlung hervorgehen können, machen sich namentlich bemerklich: Delessit, Grünerde, Rubellan (rostrother Magnesiaglimmer), Epidot, Vesuvian, titanhaltiges Magneteisenerz, auch wohl Chabasit und Calcit. Flusspath dagegen ist ihr fremd, weil sie selbst in der Regel kein Fluor besitzt. Ebenso scheint der krystallische Quarz, Rutil und das Gold nicht in ihrem Gebiete einheimisch zu sein.

Nach allem diesen lassen sich folgende Associationsreihen der Thonkalkhornblende aufstellen:

Die Thonkalkhornblende
erscheint in Associationen
mit

kieselarmen Feldspathen:	Augit und dessen Umwandlungen:		secundären Mineralien aus ihrer eigenen	
Labrador, Anorthit, (Oligoklas) und deren Umwandlungen:	Enstatit,	Grünerde,	Verwitterung:	Umwandlung:
Kalkthon. Zeolithen.	Hypersthen,	Speckstein,	Kalkiger Thon,	Rubellan,
	Diallag,	Serpentin,	Brauneisenerz,	Delessit,
	Bronzit,	Magneteisenerz,	Eisenglanz,	Kalkgranat,
	Asbest,	Calcit.	titanhaltiges Magneteisenerz	Asbest,
	Vesuvian.		oder:	Wollastonit,
	(Granat.)		Calcit., Braunspath, Eisen- und Manganspath, auch Manganit und andere Manganerze, Grünerde, amorpher Quarz.	Epidot, (Vesuvian), (Serpentin).

In diesen Kreis gehört von primären Mineralien auch noch der **Olivin, Nephelin** und vielleicht auch **Leucit.**

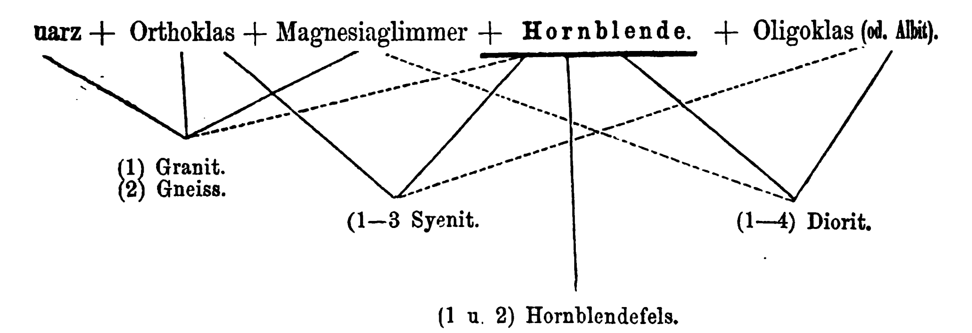
Die Belege für diese Associationen sind schon bei den Associationen des Granates (§. 76), Vesuvians (§. 77 1) Epidots (§. 77 2), Augites (§. 104), Labradors (§. 85) und Anorthites (§. 86) angegeben worden, und können darum hier weggelassen werden. Hier sei daher nur noch darauf aufmerksam gemacht, dass nach meinen wiederholten Untersuchungen zunächst die mit dem Granat, Diallag, Hypersthen, Bronzit und Augit verwachsene Hornblende in der Regel Kalkthonhornblende ist, sodann der aus dieser hervorgegangene Glimmer vorherrschend Rubellan sein dürfte, endlich unter den obengenannten secundären Gesellschaftern Delessit und Epidot, sowie titanhaltiges Magneteisenerz die gewöhnlichsten sind.

§. 110e. Vorkommen und geologische Bedeutung der Hornblende. — Schon aus dem, was im Vorigen über die Associationsweisen der gemeinen und basaltischen Hornblende mitgetheilt worden ist, ergiebt sich, dass diese beiden Hornblende-Abarten einen ganz verschiedenen Verbreitungsbezirk in den Massen der Erdrinde haben und dass darum jede besonders betrachtet werden muss.

1) Die gemeine oder Thonmagnesiahornblende gehört vorherrschend in das Gebiet der ältesten und älteren Erdrindeformationen und hat wohl ihren Hauptsitz in den Gesteinen der Urschiefer- und Grauwacke-

formation. In diesen Formationen bildet sie theils für sich allein ganze Felsgebilde, so den körnigen und schiefrigen Hornblendefels, theils im Gemenge mit Oligoklas und Orthoklas zugleich den Syenit oder mit Oligoklas (und Albit) die verschiedenen Abarten des Diorites. Ausserdem aber tritt sie auch in dem Magnesiaglimmer haltigen Granit, Gneiss und Glimmerschiefer, sowie im Chlorit- und Thonschiefer häufig als unwesentlicher Gemengtheil auf. Endlich fehlt sie auch nicht auf den Erz führenden Quarzgängen im Gebiete der ebengenannten Felsarten. Ob sie aber auch häufig auf Magneteisenerzlagern auftritt, oder ob sie in diesem Falle mit ihrer Halbschwester, der Kalkhornblende, verwechselt wird, dass muss vor der Hand noch unentschieden bleiben. —

Nach allen diesen besitzt demnach die gemeine Hornblende einen grossen Verbreitungskreis in dem Gebiete der ältesten Erdrindeformationen. Ihre Wirksamkeit als Felsbildungsmittel lässt sich am besten in folgender Uebersicht bemerken, bei welcher nur zu bemerken ist, dass die Zahlen vor den Namen der Felsarten: 1 = körniges, 2 = schiefriges, 3 = porphyrisches, 4 = dichtes Gefüge bedeuten, während die von der Hornblende ausgehenden punktirten Linien angeben, in welchen Felsarten die Hornblende als unwesentlicher Gemengtheil auftritt.



2) Die basaltische oder Thonkalkhornblende dagegen tritt hauptsächlich im Gebiete der jüngeren und jüngsten Erdrindeformationen auf. Zuerst macht sie sich bemerklich in den Hyperitgesteinen der jüngeren Grauwackeformation, dann hilft sie die Melaphyre der Steinkohlenformation und des unteren Rothliegenden zusammensetzen; weiter hin erscheint sie wesentlich in den Kalkdioriten, welche hie und da im Gebiete der jurassischen Formationen auftreten, und in manchen syenitischen Trachyten; endlich zeigt sie sich vielfach, aber in der Regel mehr unwesentlich, in dem Gemenge der Basaltite und älteren Laven. Ausserdem aber ist sie ein sehr gewöhnlicher Bewohner der Magneteisenerzlager und häufig auch der Lagerstöcke des körnigen Kalksteins.

Obgleich nun hiernach die Thonkalkhornblende einen grossen Verbreitungsbezirk besitzt, so spielt sie als wesentliches Felsbildungsmittel doch nur eine untergeordnete Rolle. Denn sie tritt als wesentlicher Gemengtheil nur

im Kalkdiorit verbunden mit Anorthit oder Kalkoligoklas,
im Melaphyr verbunden mit Labrador und Anorthit,
im Uralitporphyr verbunden mit Labrador oder Oligoklas

auf.

§. 111. 2. Faserhornblenden.

Diese Hornblenden, welche vorherrschend in langen, dünnen — bald strahlig, bald parallel verbundenen — Säulen, Stengeln und Fasern auftreten und ihrer Hauptmasse nach entweder aus Kalkmagnesiasilicat oder aus Kalkmagnesiaeisenoxydulsilicat bestehen, also entweder gar keine oder nur sehr wenig (bis 1,8 pCt.) Thonerde enthalten, treten zwar nirgends als wesentliche Felsbildungsmittel auf, sind aber demungeachtet und insofern von Interesse, weil sie als Hauptmutterminerale des Asbestes, Serpentines, Chlorites, Talkes und vielleicht auch des Dolomites anzusehen sind und vorherrschend auch in der Gesellschaft dieser Minerale, sowie auch noch der Granate und des Magneteisenerzes auftreten. Wahrscheinlich sind sie durch Auslaugung entstandene Rückstände der eigentlichen Hornblende, Uebergangsstufen von der letzteren in Asbest, Chlorit und Serpentin; vielleicht auch aus einer und derselben Mutterlösung mit den sie einschliessenden Mineralmassen, so namentlich mit Chlorit und Dolomit, entstanden. Es lässt sich das vorerst noch schwer entscheiden, da man einerseits wohl Uebergänge von Hornblende in Asbest, aber wohl nicht in Tremolit und Strahlstein, und andererseits noch gar keine wirklichen Umwandlungsstufen derselben in Dolomit oder körnigen Kalk kennt.

Es gehören zu ihnen folgende Arten:

§. 111 1. Der Tremolit (nach seinem angeblichen ersten Fundorte, dem Val Tremola) oder Grammatit (von γραμμη, Linie, wegen seiner dünnen linienförmigen Krystalle). Sehr dünne, stengel- oder faserförmige Krystalle, einzeln eingewachsen oder in stengeligen, meist strahligen, Aggregaten, welche sich sehr leicht und vollkommen spalten lassen, eine Härte = 4,5—5,5; ein spec. Gewicht = 2,9—3,1 haben und vorherrschend grauweiss oder schneeweiss, selten violettblau oder grünlich, perlmutter- oder seidenglänzend und halbdurchsichtig sind. Ihr Ritzpulver ist weiss. Vor dem Löthrohre leicht und gewöhnlich unter einigem Anschwellen zu einem weisslichen, halbdurchsichtigen Glase schmelzend. Von Säuren nicht angreifbar.

Im reinen Zustande in 100 Theilen aus 58,35 Kieselsäure (4 At.), 28,39 Magnesia (3 At.) und 13,26 Kalkerde (1 At.) bestehend, demnach

eine isomorphe Mischung von 1 Atom Kalkbisilicat und 3 Atom Magnesiabisilicat und der Formel $\dot{C}a\ddot{S}i + \dot{M}g\ddot{S}i$ zugehörig.

Vorkommen und Associationen. Der Tremolit erscheint vorzüglich im Dolomit und körnigen Kalke der St. Gotthardalpen (z. B. am Campo longo) eingewachsen; oft trifft man daselbst von ihm hohle oder auch mit Dolomit angefüllte Säulen. Ausserdem erscheint er auch häufig auf Erzlagerstätten, so von Magneteisenerz (Arendal, Lappland, Schweden), Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Blende (z. B. im Banate bei Dognacska, Moravicza, Rézbánya) oder in den merkwürdigen Contactbildungen, welche nach Cotta im Banate zwischen den eigenthümlichen Hornblendegesteinen (Banatiten) und dem Jurakalksteine auftreten und aus einem Gemenge von Granat, Wollastonit, Malakolith, Tremolit, Asbest, Strahlstein, Vesuvian, grünem Glimmer und (oft blauem) Kalkspath bestehen. Endlich gehört er auch zu den Granatperimorphosen. — Seine treuesten Gefährten in allen diesen Vorkommnissen aber sind Asbest und Strahlstein, in welche beide er auch oft übergeht, ausserdem Chlorit, Talk, Granat und auch wohl Epidot.

§. 111 2. Der Strahlstein (Actinolith oder Actinote nach Hauy): Sehr lange Säulen mit schiefen oder auch graden Endflächen, deren Prismenwinkel (∞P) 124° 30′ beträgt; auch körnige, strahlig-stengelige und strahlig-faserige Aggregate. Die Krystalle in der Regel eingewachsen und sehr vollkommen spaltbar. Der Querbruch derselben spröde und oft glasig (glasiger Strahlstein). Härte = 5—5,5; spec. Gewicht = 2,8—2,16. — Grün in verschiedenen Nüancen; im Ritze blaulich- oder graugrün; glas- oder seidenglänzend; durchscheinend bis undurchsichtig.

Beim Erhitzen weiss werdend und vor dem Löthrohre unter einigem Anschwellen zu einem gelblichen, grünen oder schwärzlichen Glase schmelzend. Bemerkenswerth erscheint es, das nach G. Rose's Versuchen geschmolzener Strahlstein (aus dem Zillerthale) beim langsamen Erstarren die Krystallform des Augites annahm.

Im reinen Zustande aus $\dot{M}g\ddot{S}i + \dot{C}a\ddot{S}i + \dot{F}e\ddot{S}i$ bestehend, bisweilen etwas Chromoxyd und Fluor enthaltend. Dem Tremolit sehr nahe stehend und auch in diesen übergehend.

Vorkommen und Associationen. — Wie der Tremolit seinen Hauptsitz im Dolomit hat, so tritt der Strahlstein vorzüglich im Chlorit-, Talk-, Glimmer- und Hornblendeschiefer, oder auch im Serpentin, aber immer nur als unwesentlicher Gemengtheil auf, sei es nun, dass seine strahligen Aggregate der Masse dieser Schiefer eingewachsen sind, oder dass er im Gemenge mit Magnesiahornblende, Granat, Epidot, Chlorit, Quarz, Fluss- und Kalkspath untergeordnete Lagermassen im Gebiete dieser Schiefergesteine zusammensetzt. Ausserdem erscheint er auch wie der Tremolit auf Erzlagern verschiedener Art, so namentlich auf Magneteisen-, Kupfer-

kies- und Bleiglanzlagern Norwegens, Schwedens nnd des Banates (siehe Tremolit), theils als ein Gemengtheil der oben schon beim Tremolit erwähnten Granatfels-Contactgebilde nicht nur im Banate, sondern auch in Sachsen — z. B. in dem körnigen Kalkstein, welcher im Glimmerschiefer zwischen Grünstädtel und Grandorf im Erzgebirge lagerweise auftritt. Seine treuesten Begleiter in allen diesen Vorkommnissen sind dann immer Chlorit, welcher auch schöne Pseudomorphosen (z. B. im Pfitschthal) nach ihm bildet, Talk, grüner Glimmer, Almandin, Tremolit und Asbest; häufig gesellen sich auch noch Epidot, Flussspath und Quarz hinzu, ja in durchsichtigen Krystallen des letzteren findet man Nadelbüschel von ihm bisweilen eingewachsen. Bemerkenswerth erscheint ausserdem sein häufiges Zusammenvorkommen mit Magneteisenerz, Kupferkies, Bleiglanz und Blende.

Unter allen Hornblendearten zeigt er am meisten und unzweideutigsten die Umwandlungen der Hornblendemasse in Serpentin, wie Breithaupt (im neuen Jahrb. der Chemie und Physik Bd. 63. S. 382) am Strahlstein von der Grube Engelsburg bei Presnitz beobachtet hat. Aber auch in Asbest geht er unter Aufnahme von Wasser sehr häufig über.

Interessante Fundorte für den Strahlstein bietet namentlich Tyrol (im Zillerthal), das Banat (bei Dognacska), Sachsen (Breitenbrunn und Ehrenfriedriedersdorf), Norwegen (bei Arendal) u. s. w.

Bemerkung. Nach Haidinger soll mancher Smaragdit aus einer Verwachsung von Strahlstein und einer Pyroxenart bestehen.

§. 110 3. Der Asbest (von ἄσβεστος, unverbrennlich), Amiant (von ἀμίαντος, unbefleckt) Chrysotil und der Byssolith: Dick- bis haarfaserige, bald wie Seidenstränge, bald wie Fischbein, bald wie faseriges Holz, bald auch wie Filz aussehende, Aggregate von weisslicher, graulicher, grünlicher oder auch bräunlicher Färbung und seiden- oder wachsartigem Glanze, oder auch matt. Elastisch biegsam; theils fettig, theils mager anzufühlen. — Vor dem Löthrohre für sich bald sehr leicht, bald sehr schwer zu einer meist bräunlich-schwarzen Schlacke schmelzend.

Der Asbest und seine obengenannten Abarten sind nichts weiter als faserig gewordene Verwitterungsproducte thonerdefreier Augite und Hornblenden, namentlich des Diopsides, Tremolites und Strahlseins, und entstehen vorherrschend dadurch, dass diese Minerale Kohlensäure haltiges Wasser aufnehmen und in Folge davon ihres Kalkes beraubt werden und ein faseriges Gefüge annehmen. Dass er aber auch aus Glimmer entstehen kann, soll bei der Beschreibung des letzteren erwähnt werden. — Der Asbest findet sich darum auch meist in der Gesellschaft seiner obengenannten Mutterminerale, oft sogar in Pseudomorphosen nach denselben, wie schon bei dem Augite und der Hornblende erwähnt worden ist; ja Tremolit und Strahlstein gehen häufig so allmählig in denselben über, dass man nicht weiss, ob man noch diese Minerale oder schon Asbest vor sich hat.

Eigenthümlich erscheint sein Verhältniss zum Serpentin. Bald durchsetzen seine Fasern die Massen des letzteren nach allen Richtungen so, dass sie ganz zu verschwinden scheinen, bald füllen diese Faseraggregate alle Ritzen und Spalten der Serpentinmasse und dann oft in der Weise aus, dass die Asbestfasern senkrecht auf den Serpentinwänden stehen, als wären sie aus den letzteren hervorgewachsen; bald bilden seine Fasern Strahlenkränze um die im Serpentine eingewachsenen Minerale, so namentlich um die Pyropkrystalle. Kurz der Asbest zeigt sich in solchen Beziehungen zum Serpentine, dass man annehmen muss, dass entweder Asbest und Serpentin aus einem gemeinschaftlichen Mutterminerale (Strahlsteine) hervorgegangen sind, oder der Asbest der Erzeuger des Serpentins gewesen ist, oder endlich auch umgekehrt der Serpentin sich in Asbest umgewandelt hat. Für dieses letztere scheinen hauptsächlich die Asbestkränze um die Pyropen und die Asbestadern im Serpentine zu sprechen.

Interessante Vorkommnisse des Asbestes finden sich namentlich am Schwarzenstein und Greiner im Zillerthal Tyrols, daselbst den Strahlstein begleitend; am Gotthard in der Gesellschaft des Tremolites und auf Spalten des Dolomites und Glimmerschiefers, wo er auf Drusen von Bergkrystallen und schönem Adularfeldspathe oft prächtige Haarüberzüge bildet; bei Dannemora in Schweden auf Klüften des Magneteisenerzes; am Ural im Serpentin bei Tschussowaja; auf Corsika u. s. w. — Schöne Chrysotiladern zeigen sich namentlich in dem Serpentin von Reichenstein in Schlesien (vgl. weiter hinten den Serpentin).

§. 112.

Anhang zu den Hornblenden. In Grönland in Gesellschaft von Eudialyt und bei Frederiksvärn in Norwegen eingewachsen im Zyrkonsyenit kommt eine Hornblendeart vor, welche hier noch erwähnt werden soll, weil man sie in der neueren Zeit auch in manchen Phonolithen Böhmens und der Rhön als wesentlichen Gemengtheil gefunden haben will. — Es ist dies

der Arfvedsonit. Er tritt gewöhnlich derb in körnigen Aggregaten auf, deren Individuen nach den Flächen eines Prismas von 123° 30′ (nach Breithaupt) sehr vollkommen spaltbar sind, eine Härte = 6, ein spec. Gewicht = 3,33—3,59 haben und rabenschwarz, stark glasglänzend und undurchsichtig, im Ritze aber grün sind. — Er schmilzt schon in der Lichtflamme, kocht vor dem Löthrohre stark auf und schmilzt dann zu einer schwarzen, magnetischen Kugel. Säuren wirken nicht auf ihn ein.

Nach Rammelsberg enthält derselbe in 100 Theilen 51,17 Kieselsäure (10 Atome), 26,58 Eisenoxyd (2 Atome), 11,96 Eisenoxydul

(2 Atome) und 10,29 Natron (2 Atome) und lässt sich demnach auf die Formel: $2\left.\begin{matrix}\frac{1}{2}\dot{F}e\\ \frac{1}{2}\dot{N}a\end{matrix}\right\}\ddot{S}i + \dot{F}e\ddot{S}i^3$ oder: $(2\ \dot{F}e\ddot{S}i + \dot{F}e\ddot{S}i^3) + (2\ \dot{N}a\ddot{S}i + \dot{F}e\ddot{S}i^3)$ zurückzuführen. In ihm vertritt also das Eisenoxyd ganz die Stelle der Thonerde.

Interessant ist sein Auftreten in einem Oligoklasgesteine bei Frederikswärn in Norwegen.

VI. Gruppe: Phyllite.

[Glimmersteine oder Phengite.]

[Der Name: Phyllite vom griech. φυλλον, Blatt, weil sich alle hierher gehörige Minerale in dünne Blätter spalten lassen. — Mit dem Namen Glimmer (φεγγος) kann man alle blättrigen Minerale bezeichnen, welche auf ihren Spaltflächen stark und fast metallisch glänzen („glimmern" oder „glitzern").

§. 113.

§. 113a. Allgemeiner Charakter. Silberweisse, messinggelbe, kirsch- oder pfirsichblüthrothe, rost- bis schwarzbraune, eisenschwarze oder auch grau-, blau- bis grasgrüne, in rhombischen oder hexagonalen Tafeln, Blättern und Schuppen auftretende, schwankend zusammengesetzte Silicate, welche sich in der Richtung ihrer Tafelflächen in äusserst dünne, biegsame, durchsichtige Blättchen spalten lassen; vom Fingernagel meist geritzt werden (Härte also = 1—3); ein spec. Gewicht = 2,78—3 besitzen und einen milden Zusammenhalt zeigen.

Im Allgemeinen sind sie als Doppelsilicate zu betrachten, in denen kieselsaure Thonerde mit den Silicaten des Eisenoxydes (und Eisenoxydules), der Magnesia, des Kali, Natrons oder auch des Lithions verbunden erscheint, während die Kalkerde meist ganz fehlt oder doch verschwindend zurücktritt. Bezeichnend für die meisten Arten derselben ist ein mehr oder weniger hervortretender Gehalt von Fluor und Wasser, welches nur selten fehlt und gewöhnlich zwischen 2—4 pCt. beträgt. — Vor dem Löthrohre schmelzen sie alle mehr oder weniger leicht zu Glas oder Emaille und färben dabei die Flamme grün oder carminroth. — In Säuren (namentlich Schwefelsäure) erscheinen einige zersetzbar, andere nicht.

§. 113b. Gruppirung. Die hierher gehörigen Phyllite lassen sich theils nach ihren morphologischen und physikalischen Eigenschaften, theils nach ihrem chemischen Bestande in folgender Weise gruppiren:

1. Sippe: Eigentliche Glimmer. Sehr vollkommen spaltbar in die feinsten, durchsichtigen, farblosen, elastisch biegsamen Blättchen; kalt anzufühlen; auf den Spaltflächen starker metallähnlicher Perlmutterglanz. Im Ritze weiss oder weissgrau. —

Alle enthalten in ihrem frischen Zustande Alkalien und Fluor. Ihr Kieselsäuregehalt beträgt = 36--40 pCt., ihr Wassergehalt = 0,5 – 6 pCt. — Je nach ihrem Gehalte an Alkalien, Magnesia und Eisenoxydul lassen sie sich weiter zertheilen

a. in Alkaliglimmer, in denen unter den Monoxyden das Kali, das Natron oder auch das Lithion sich bemerklich macht, während die Magnesia gar nicht vorkommt oder höchstens 2 pCt. betragen. Zu ihnen gehören:
   1) der gemeine Glimmer, Silberglimmer, weisser Glimmer,
   2) der Damourit,
   3) der Lithionglimmer;

b. in Magnesia- oder Eisenglimmer, in denen unter den Monoxyden die Magnesia oder auch das Eisenoxydul vorherrscht, während das Kali oder Natron zurücktritt, aber doch nie ganz fehlt, zugleich aber auch Kalkerde häufiger eintritt und in einzelnen Fällen sogar bis 3 pCt. steigen kann. Zu ihnen gehört namentlich der schwarze Glimmer oder Biotit.

An sie schliesst sich an:

2. Sippe: Chloride. Vollkommen spaltbar in dünne, wenig durchsichtige, biegsame, aber nicht elastische Blättchen; fettig anzufühlen (namentlich als Pulver); auf den Spaltflächen perlmutterglänzend. Vorherrschend grün in verschiedenen Nüancen; im Ritze ebenfalls grün ins Graue bis Weissliche. — Sie enthalten keine Alkalien und auch kein Fluor. Ihr Kieselsäuregehalt beträgt 28—34 pCt.; ihr Wassergehalt 10—12 pCt. Unter ihren Monoxyden herrscht die Magnesia (12—35 pCt.) vor. — Sie bilden den Uebergang zu der Gruppe der Magnesite oder Serpentinite, von denen sie sich hauptsächlich durch ihren 15—20 pCt. betragenden Thonerdegehalt unterscheiden. Zu ihnen gehören der Chlorit und Delessit.

§. 113c. Verwitterung und Umwandlung im Allgemeinen. Alle hierher gehörigen Silicate sind einerseits durch ihre schwierige Zersetzbarkeit und andererseits dadurch ausgezeichnet, dass sie im Allgemeinen weniger von Aussen nach Innen, als umgekehrt von Innen nach Aussen verwittern. Der Grund dieser Eigenthümlichkeit liegt zunächst in ihrer blättrigen Zusammensetzung, sodann aber auch in ihrem Mangel an Kalkerde.

Wie schon bei der Charakteristik dieser Gruppe hervorgehoben worden ist, so sind alle Arten derselben durch ihr äusserst vollkommenes Blättergefüge ausgezeichnet. In Folge dieses nun ist die Oberfläche eines jeden Individuums spiegelglatt und, wie aus einem einzigen Gusse bestehend, frei von allen Rissen. Aber grade hierdurch werden sie zu den stärksten

Reflectoren der Wärmestrahlen, so dass während ihres frischen Zustandes keiner der letzteren, welcher auf ihre Blätterflächen auffällt, in ihre Masse eindringen und sie erwärmen, ausdehnen und lockern kann. Wo aber die Masse eines Körpers nicht durch Erwärmung zur Thätigkeit angeregt und an ihrer Oberfläche rauh und rissig gemacht wird, da kann auch weder das atmosphärische Wasser, noch der Sauerstoff oder die Kohlensäure haften und angreifen. Nicht einmal der nächtliche Thau kann unter diesen Verhältnissen etwas wirken; vermöge der Glätte der Phyllittafeln rollen die Wassertropfen an ihnen herab, wie von einer trockenen Glastafel.

Dass dieses alles wirklich so ist, kann man überall beobachten, wo die Ablagerungsmassen von Glimmer- und Urthonschiefer eine solche Lage haben, dass die Atmosphärilien nicht von den Seiten her in die Spaltungsklüfte eindringen können. Ich selbst habe dieses unzählige Male an den Glimmerschieferbergen bei Ruhla beobachtet. Daselbst aber habe ich auch vielfach gefunden, dass, wenn die Glimmerplatten eine gefältelte Oberfläche haben, sie den Verwitterungspotenzen weit leichter anheimfallen, jedenfalls weil alsdann ihre durch die Fältelung rauh gemachte Oberfläche einerseits sich abwechselnd leichter erhitzt und abkühlt und in Folge davon rissig wird, und andererseits die Atmospärilien leichter haften können.

Ganz anders zeigen sich diese Verhältnisse da, wo die Massen der Phyllite eine solche Stellung haben, dass das Meteorwasser mit seinem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt sich zwischen ihren Blättern einzwängen kann. Nicht blos an Phyllite haltigen Schiefergesteinen, sondern auch an einzelnen Phyllitkrystallen kann man dieses bemerken. Die Querflächen dieser letzteren haben im Verhältnisse zu den Tafelflächen stets eine rauhe liniirte Oberfläche, welche durch die Endkanten ihrer einzelnen Blätterlagen erzeugt wird und ein guter Wärmestrahler ist, d. h. sich eben so rasch erhitzt als wieder abkühlt. Durch den Wechsel der Temperatur platzen diese Blätterlagen nun sehr bald so auseinander, dass an den Endflächen der Krystalle sowohl, wie auch der Schieferplatten, lauter parallel ziehende feine Spalten entstehen, in welche dann die Atmosphärilien leicht eindringen und wirken können.

Auch diese Erscheinung kann man an jedem Glimmer-, Chlorit- und Thonschieferberge beobachten, dessen Schieferlagen stark aufgerichtet stehen. An solchen Schieferbergen bemerkt man sehr häufig denjenigen Abhang, welcher aus den Tafelflächen der Schiefer gebildet wird, glänzend frisch und kahl von aller Vegetation, selbst von Flechten, dagegen denjenigen Abhang, welcher von den Schieferköpfen gebildet wird, mit Erdkrume und Waldvegetation bedeckt. Bei Ruhla am Thüringer Wald tritt diese Erscheinung deutlich genug an den Glimmerschieferbergen hervor. Zugleich kommen an solchen

Schieferbergen noch zwei andere, hierher gehörige, Erscheinungen zum Vorscheine, welche eine Erwähnung verdienen. Die eine derselben zeigt sich in Steinbrüchen und besteht darin, dass die Schiefermassen an der Aussenfläche von Bergen oft ganz fest und frisch sind, während sie im Inneren von Steinbrüchen an diesen Bergen ganz mürb, erdig oder „faul" werden, wie die Steinbrecher sagen. — Die andere Erscheinung dagegen, welche man namentlich in den Glimmerschieferalpen (z. B. in der Umgebung des Ortles) schon oft beobachtet hat, besteht darin, dass die stark aufgerichteten Schiefermassen dieser Gebirgsketten in ihrem Inneren oft so durch und durch in erdigen Schlamm umgewandelt sind, dass sie Veranlassung zu Bergeinstürzen und Schlammströmen („Erdmurren") geben. — Was man nun an den Schiefergesteinen der Phyllite im Grossen bemerkt, das kommt auch an den einzelnen Krystallindividuen oder Blätteraggregaten vor: auch bei diesen beginnt die Zersetzung innerlich zwischen den Blätterlagen eher, als äusserlich, und wird ebenfalls durch Wasser, welches zwischen diese Lagen eingedrungen und hier gegen schnelle Verdunstung geschützt ist, eingeleitet und ausgeführt.

Es kommt indessen auch vor, dass zwei neben einander befindliche Phyllitmassen von ganz gleichen Stellungsverhältnissen doch nicht gleich schnell und gleich stark verwittern. Am meisten tritt diese Eigenthümlichkeit bei den eigentlichen Glimmern, namentlich dem Kali- und Magnesiaeisenglimmer, hervor. Die Ursache von dieser ungleichen Verwitterbarkeit bei sonst gleichen äusseren Verhältnissen liegt dann einerseits in der Farbe der Oberfläche und andererseits in dem chemischen Gehalte.

Soweit meine Untersuchungen reichen, übt in der That die Farbe der Oberfläche von Phylliten einen grossen Einfluss auf ihre Verwitterbarkeit aus. Schwarze oder überhaupt dunkelgefärbte Glimmertafeln z. B. verlieren an der Luft liegend allmählich ihren Glanz, werden kirschröthlich oder auch ockergelb und von einem Netze zarter Risse so durchzogen, dass sie schon durch einen Schlag in eine Lage kleiner Schuppen zerfallen, während weisse oder sehr hellgefärbte Glimmertafeln, welche neben den dunkeln liegen, in demselben Zeitraume sich fast gar nicht verändern oder höchstens einen gelblichen Schimmer annehmen. Es lässt sich dieses Verhalten auch recht gut erklären, wenn man festhält, dass Körper mit dunkler Oberfläche die auf sie auffallenden Wärmestrahlen nicht vollständig reflectiren, sondern zum Theile einsaugen und in Folge davon erwärmt werden, also auch dem Wechsel der Temperatur unterliegen, während Körper mit heller Oberfläche die Wärmestrahlen um so vollständiger reflectiren, also um so weniger in ihre Masse aufnehmen, je mehr sich ihre Farbe dem reinen Weiss nähert.

Endlich kommt es aber auch häufig genug vor, dass Phyllite von ganz gleichem Stellungsverhältnisse zu den Verwitterungspotenzen und von

ganz gleicher Färbung sich doch ganz verschieden zeigen in der Schnelligkeit und Art ihrer Verwitterung. In diesem Falle übt ihr chemischer Bestand den meisten Einfluss aus.

Ich glaube aus vielfachen Beobachtungen und Untersuchungen in unserem an Phylliten verschiedener Art reichem Thüringerwalde folgende Resultate gefunden zu haben:

1) Je mehr (die Kalkerde und) das Natron in dem Bestande der Phyllite zurücktritt, um so schwieriger verwittern sie.
2) Die kalireichen Glimmer verwittern schwerer, als die kaliarmen und magnesiareichen.
3) Je mehr in den Magnesia reichen Phylliten die Magnesia zurücktritt und das Eisenoxydul zunimmt, um so leichter verwittern sie.
4) Die Phyllite, namentlich die Glimmer, enthalten entweder Eisenoxydul oder Eisenoxyd oder auch Eisenoxyduloxyd. Unter diesen scheinen
   a. die eisenoxydarmen und thonerdereichen langsamer als die eisenoxydreichen;
   b. die eisenoxydulreichen schneller als die eisenoxydhaltigen;
   c. die eisenoxyduloxydhaltigen am schnellsten

   zu verwittern. — Gut wäre es, wenn man auch an anderen Orten diese Verhältnisse beobachtete, damit man zu einer bestimmten Klarheit über diesen Punkt käme.

Alles dieses vorausgesetzt beginnt nun die Verwitterung der Phyllite selbst damit, dass das Meteorwasser mit Sauerstoff und Kohlensäure zwischen ihre Blätterlagen eindringt und zunächst mit seinem Sauerstoffe das vorhandene Eisenoxydul in Oxydhydrat umwandelt, sodann mit seiner Kohlensäure den etwa vorhandenen Kalkerde- und Alkaliengehalt bicarbonisirt und auslaugt; endlich aber auch noch die kieselsaure Magnesia auflöst und fortführt, so dass von der Masse wenigstens der eigentlichen Glimmer zuletzt nichts weiter übrig bleibt als ein durch beigemengtes Eisenoxyd ockergelb oder braunroth gefärbter und mit zahllosen kleinen Glimmer- und Chloritschüppchen untermengter, gewöhnlich schmieriger Thon.

So ist im Allgemeinen der Verwitterungsgang der Phyllite; im Besondern ist jedoch über denselben noch mehreres zu bemerken, was nur bei der speciellen Beschreibung der einzelnen Arten geschehen kann. Hier sei daher nur noch darauf aufmerksam gemacht, dass bei Ausschluss von Sauerstoff das Kohlensäure haltige Meteorwasser das in der Phyllitmasse vorhandene Magnesia- und Eisenoxydulsilicat unzersetzt auslaugt und zur Bildung von Asbest und Speckstein benutzt, welcher dann theils zarte Ueberzüge auf den Spalten und Klüften der Phyllitgesteine, theils knollen- und kugelförmige Aggregate in dem thonigen Boden dieser Gesteine darstellt.

In mancher Beziehung anders stellen sich die Umwandlungen dar, welche die Phyllite durch die Auslaugungs- und Verwitterungsproducte der mit ihnen im Verbande stehenden Feldspathe und Eisenkiese erleiden. Wie später gezeigt werden wird, so können sie durch die Alkalibicarbonate der verwitternden Feldspathe in der Weise umgewandelt werden, dass die magnesiareichen Arten derselben unter Ausscheidung von Magnesia zu Kaliglimmer oder unter Aufnahme von Alkalisilicaten und dabei zugleich stattfindender Ausscheidung von Thonerde und Magnesia zu Grünerde werden. — Eine merkwürdige Umwandlung erleiden die Eisenkies haltigen Phyllite, indem sie durch die bei der Vitriolescirung der Kiese freiwerdende Schwefelsäure ihrer Basen in der Weise beraubt werden, dass von ihrem ganzen Bestande zuletzt nur noch Quarz und Eisenoxyd in der Form von Eisenglanz übrig bleibt. Ausser diesen eben angedeuteten Umwandlungen sind wenigstens mir keine bekannt geworden, welche als ein Gemeingut aller Phyllite angesehen und hier angegeben werden könnten.

Wenn aber auch die Phyllite selbst im Allgemeinen in Folge ihrer eigenthümlichen Zusammensetzung nur wenig und verhältnissmässig selten Veranlassung zu Umwandlungen in andere krystallische Mineralbildungen geben, so erscheinen dagegen andere Mineralarten, wie aus den vorhergehenden Beschreibungen zu ersehen ist, um so geneigter, sich in Phyllite umzuwandeln, woher es denn kommt, dass diese letzteren so häufig in Pseudomorphosen nach den verschiedenartigsten Mineralien auftreten. Denn wie bekannt erscheinen

die Glimmer und der Chlorit } namentlich in Pseudomorphosen nach Hornblende Turmalin, Granat, Vesuvian, Orthoklas, Dichroit und Pinit.

§. 113d. In geologischer Beziehung gehören die Phyllite zu den bedeutsamsten Mineralien der Erdrindemassen, da es kaum eine Felsart, sei es aus den ältesten oder den jüngsten Entwickelungsperioden des Erdkörpers, giebt, in welcher nicht ein Phyllit als wesentlicher oder unwesentlicher Gemengtheil auftritt. Dabei üben diese eigenthümlichen Minerale oft einen grossen Einfluss auf das Gefüge der von ihnen bewohnten Gebirgsarten aus; denn die Erfahrung lehrt, dass diese letzteren in der Regel eine um so grössere Neigung zur Schieferbildung zeigen, je mehr ein Phyllit an Menge in ihrem Bestande sich geltend macht. Man darf daher wohl mit Recht die Phyllite als die Haupterzeuger der Schieferbildung in Gesteinen ansehen.

Specielle Beschreibung der wichtigeren Phyllitarten.

1. Sippe: Eigentliche Glimmer.

§. 114. 1) Kaliglimmer.

[Synon.: Gemeiner Glimmer; optisch zweiaxiger Glimmer; Phengit; Muscovit (von: verre de Muscovic, moskauisches oder russisches Glas); Marien- oder Frauenglas; Katzensilber.]

§. 114a. Mineralogische Beschreibung: Vorherrschend rhombische oder sechsseitige Tafeln mit schiefangesetzten Randflächen, seltener in schiefrhombischen Prismen und noch seltener in spitzen rhombischen Pyramiden. Die Prismen, welche in der Regel einem schiefen monoklinischen Prisma sehr ähnlich sind, zeigen Seitenkantenwinkel von 120° 46′ und 59° 14′, während ihre Endflächen nach G. Rose unter Winkeln von 98° 40′ und 81° 20′ gegen die Seitenflächen geneigt sind. Sie sind oft mit einander zu Zwillingen verwachsen und zeigen dann auf ihren Spaltflächen eine federartige Streifung, weil die Spaltflächen der Theilprismen nach der einen Queraxe gestreift sind. — Die Krystalle ein- oder aufgewachsen oder auch unter einander zu fächerförmigen, schaligen, blättrigen, schuppigen oder schiefrigen Aggregaten verbunden und dann gewöhnlich nicht ganz ausgebildet. Ueberhaupt erscheint der Kaliglimmer weit weniger in geregelten Krystallformen als der Magnesiaglimmer, sondern weit häufiger in unregelmässigen — bisweilen mehrere Zoll grossen und mit Federstreifung versehenen — Tafeln, Blättern und Schuppen, so namentlich in dem Gemenge der Felsarten. — In der Richtung der Basis höchst vollkommen in ausserordentlich dünne, oft faserig gestreifte, durchsichtige, elastisch biegsame, Lamellen spaltbar. Der Bruch nicht oder kaum bemerklich. Milde. Härte = 2—3; spec. Gew. = 2,76—3,1. In sehr dünnen Lamellen ganz farblos und durchsichtig, bisweilen aber auch (namentlich bei schon begonnener Verwitterung) durch wolkigen Anhauch stellenweise getrübt und bräunlich gefärbt; in zusammengesetzten Stücken aber vorherrschend silberweiss, gewöhnlich mit einem gelblichen, röthlichen oder grünlichen Anfluge, was auf eine begonnene Zersetzung und Ausscheidung namentlich von Eisenoxydhydrat deutet und weiterhin bewirkt, dass die ganze Glimmermasse eine gold- oder messinggelbe, bisweilen auch kupferröthliche Färbung annimmt; ausserdem aber auch grau, braun oder (durch beigemischtes Chromoxyd beim Fuchsit) grasgrün. Auf den Spaltflächen metallartiger Perlmutterglanz und häufig namentlich bei dünnen Blättern irisirende Ringe. In dickeren Stücken undurchsichtig, in dünneren Lagen durchsichtig bis durchscheinend. Durchsichtige Lamellen erscheinen optisch zweiaxig, d. h. sie zeigen im polarisirten Lichte bei einer Kreisdrehung sich viermal dunkel und viermal hell; die optischen Axen treten dabei unter den verschiedensten

Winkeln auf; am gewöhnlichsten bilden sie Winkel von 45—75°. Ebenso werden dünne Blättchen zwischen den Fingern gerieben electrisch.

§. 114b. Chemisches Verhalten. Vor dem Löthrohre mehr oder weniger leicht zu einem trüben Glase oder weissem Email schmelzend und bei Fluorgehalt vorher matt und undurchsichtig werdend. Beim Erhitzen in einem Glaskölbchen Wasser ausschwitzend, welches vermöge seines Fluorgehaltes Glas ätzt und angefeuchtetes Fernambukpapier strohgelb färbt. — Säuren ohne alle Wirkung.

Der Kaliglimmer ist seiner Enstehung nach von doppelter Art: einerseits erscheint er seinem ganzen Auftreten nach als ursprüngliches oder primäres Mineral, und andererseits zeigt er sich wieder als Umwandlungsproduct von den verschiedenartigsten Mineralien, so namentlich von Orthoklas, Cordierit, Disthen, Andalusit, Skapolith, Turmalin, Granat und Hornblende. Es ist daher kein Wunder, dass sein chemischer Bestand so schwankend und verschiedenartig ist, dass sich kaum eine allgemein gültige Formel für ihn aufstellen lässt.

Am reinsten und einfachsten -- vielleicht als Normalmasse —, möchte wohl ein weisser, 2,817 schwerer, Glimmer von Zsidovacz in Ungarn sein, welcher nach Kussin 48,07 Kieselsäure, 38,41 Thonerde, 10,10 Kali und 3,42 Wasser enthält, der von L. Gmelin aufgestellten Normalformel $3 \ddot{\overline{Al}} \dddot{Si} + \dot{K} \dddot{Si}^3$ sehr nahe kommt und demnach einem kieselsäurearmen Orthoklase ähnelt. So einfach indessen tritt der Kaliglimmer nur selten auf. Gewöhnlich enthält er neben kieselsaurer Kali-Thonerde noch 1—6 pCt. Eisenoxyd (Eisenoxydul), 0,5—2 Magnesia, und 0,5—1,5 Fluor, ja oft auch 0,5—3 pCt. Natron und bis 2 pCt. Kalkerde. Auch hat man in dem dunkelgefärbten Kaliglimmer (z. B. bei Freiberg) bis 3 pCt. Titansäure und in einem silberweissen Glimmer aus dem Pfitschthale Baryterde gefunden. Durch alle diese Beimengungen, deren Monoxyde zum Theil als Stellvertreter des Kali, vielleicht auch der Thonerde, auftreten, und welche höchst wahrscheinlich als die Rückstände des in Glimmer umgewandelten Turmalins, Granates und Amphiboles zu betrachten sind, wird die Zusammensetzung des Glimmers so schwankend gemacht, dass Rammelsberg aus zahlreichen Analysen nur die allgemeine Formel $n \ddot{\overline{R}}^2 \dddot{Si}^3 + \dot{R}^2 \dddot{Si}^3$, in welcher n = 2,3 oder 4 beträgt, aufstellen konnte, und der gemäss die Kaliglimmer als Verbindungen von Kalitrisilicat und Thonerdesingulosilicat anzusehen sind. Rammelsberg nimmt dabei in diesen Analysen das Eisen als Oxyd an; nach meinen Beobachtungen indessen enthält der frische Glimmer ein Oxydul. Für diese letzte Annahme spricht auch der Umstand, dass der Kaliglimmer bei seiner Verwitterung ockergelb wird, was nur geschehen kann, wenn er in seiner Masse Oxydul enthält; besässe er Eisenoxyd, so würde er braunroth werden, da bekanntlich das Oxyd sich nicht in gelbes Oxydhydrat umwandeln kann. Oder

sollte das im Glimmer vorhandene Eisenoxyd schon von vornherein als Oxydhydrat auftreten, da aller Glimmer Wasser enthält (?!).

§. 114c. Verwitterung und Umwandlung des Kaliglimmers. Unter allen Glimmerarten widersteht der Kaliglimmer am längsten den auf ihn eindringenden Verwitterungspotenzen, und zwar unter sonst günstigen Verhältnissen um so länger, je weniger er Eisen, Natron, Magnesia und Kalkerde enthält. Haben seine Krystalle und Aggregate eine solche Stellung, dass Wasser zwischen die Spaltflächen der letzteren eindringen kann, dann bemerkt man wohl häufig eine Lockerung seiner Masse und ein immer mehr hervortretendes Klaffen seiner Blätterlagen, welches, namentlich bei Mitwirkung von Frost, ein wahres fächerförmiges oder strahliges Aufblättern seiner Aggregatmassen und zuletzt ein gänzliches Zersprengen derselben in ein loses Haufwerk von kleinen Schüppchen herbeiführen kann; aber hiermit ist auch bei demjenigen Kaliglimmer, welcher nur sehr wenig oder gar kein Eisenoxydul und auch nur unbedeutende Mengen Magnesia enthält, der Zersetzungsprocess auf gewöhnlichem Wege geschlossen. Anders dagegen ist es, wenn dieser Glimmer Eisenoxydul und vielleicht auch Kalkerde enthält. In diesem Falle bewirkt vor allem der Sauerstoff des zwischen seine feinsten Blätterlagen eindringenden Wassers eine Oxydation seines Eisengehaltes, in Folge dessen in den einzelnen Blätterlagen zuerst zarte violett und grün irisirende, geschlängelte Ringzeichnungen entstehen, welche nach bestimmten Mittelpuncten hin immer breiter und allmählig unrein grünlichbräunlich werden, alsdann aber eine ockergelbe Haut hervortritt, welche zwar die Durchsichtigkeit, aber nicht den Glanz der von ihr überzogenen Blätterlagen schwächt und ihnen sogar ein oft messing- oder goldähnliches Ansehen verleiht. Löst man durch Salzsäure diese Haut weg, so kommt unter ihr wieder ganz durchsichtiger, weisser Glimmer zum Vorschein. Allmählig wird indessen diese Haut immer stärker und dann verlieren die so angeätzten Glimmerblätter nicht nur ihre Durchsichtigkeit, sondern auch ihren Glanz und Zusammenhalt. Kann jetzt nun zu der so angeätzten und gelockerten Glimmermasse Wasser gelangen, welches hinlänglich Kohlensäure enthält, so laugt dasselbe nach und nach den ganzen Gehalt von etwa vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden aus dem Glimmerbestande heraus, so dass von demselben nur noch ein durch Eisenoxydhydrat ockergelb gefärbter und mit unzähligen, noch nicht ganz zersetzten, oft mikroskopisch kleinen, Glimmerschüppchen untermengter Thon übrig bleibt. Wohin nun aber die ausgelaugten Stoffe bei dieser Art Glimmerzersetzung kommen, ob die Magnesia als Silicat ausgelaugt wird und dann als Speckstein oder Talk irgendwo wieder auftritt, oder ob das aus einer Stelle ausgelaugte Magnesiasilicat sich an einer anderen Stelle einer solchen angegriffenen Glimmertafel wieder absetzt und dann an dieser Stelle allmählich den Kaliglimmer in Magnesiaglimmer um-

wandelt, das habe ich selbst noch nie beobachten können; Blum aber theilt in seinem Nachtrage zu den Pseudomorphosen (S. 73 ff.) mit, dass Glimmer am Monzoniberge in Südtyrol und auf Pargas in Finnland unter Verlust seines Glanzes, seiner Farbe und Spaltbarkeit in eine bräunliche oder röthliche Specksteinmasse umgewandelt erscheint. Ebenso hat auch C. G. Gmelin nach Rammelsberg auf Uebergänge des Glimmers in Talk aufmerksam gemacht.

1) Bemerkenswerth erscheint es hier noch, dass nach Reuss auf den Erzgängen zu Zinnwald in Böhmen hohle, drusige Hornsteinkrystalle in der Form von Glimmer vorkommen.

2) Ob aber Kaliglimmer sich auch in Serpentin umwandeln kann, bezweifele ich; was ich in dieser Weise gesehen, war ein Uebergang von Magnesiaglimmer in Serpentin.

3) G. Bischof beschreibt (a. a. O. II. S. 1388) Verwachsungen von weissem mit braunem Glimmer und ist der Ansicht, dass der braune, in 6seitigen Täfelchen auftretende, Glimmer eine Umbildung des Kaliglimmers in Magnesiaglimmer sei. Ich bin der entgegengesetzten Ansicht, da ich dieselbe Erscheinung am Magnesiaglimmer beobachtet habe (siehe die Beschreibung des letzteren).

Aus dem eben Mitgetheilten ersieht man, dass der Kaliglimmer in der That sehr wenig Umwandlungen erleiden kann, und dass diese letzteren — wenn Chlorit, Talk, Speckstein und Serpentin wirklich aus Kaliglimmer hervorgehen können (?) — nur Auslaugungsproducte desselben sind, welche sich an die Stelle des zersetzten und dann verdrängten Glimmers legten. Es ist Schade, dass man keine Analyse von den in Talk und Serpentin umgewandelten Glimmern hat, aus der man ersehen könnte, ob der umgewandelte Glimmer wirklich Kaliglimmer und nicht vielleicht Magnesiaglimmer war. — Woher es nun aber kommt, dass diese Glimmerart sich so schwer und wenig in andere Mineralien umwandelt, hat wohl seinen Grund darin, dass in dem reinen, normalen Kaliglimmer das Mischungsverhältniss der Bestandtheile Kieselsäure, Thonerde und Kali so beschaffen ist, dass es durch die gewöhnlichen Umwandlungsagentien nicht weiter zerrissen werden kann. — Und für diese Ansicht spricht die Umwandlung des Orthoklases in Glimmer; denn hat sich dieser Feldspath von der überschüssigen Kieselsäure und dem ihm anhängenden Natron befreit, dann treten seine Bestandtheile in ein Mischungsverhältniss, in welchem die Umwandlungsagentien nicht weiter auf sie einwirken können; seine Masse ist, wenn dies auszusprechen erlaubt ist, gereinigt oder vervollkommnet worden; Kaliglimmer wäre demnach die zur vollendetesten Entwickelung gekommene Umwandlung des Orthoklases. — Dass nun aber auch die Magnesia, Kalkerde, Eisenoxydul haltigen Abarten des Kaliglimmers sich nicht weiter in andere Mineralien umwandeln können, hat seinen Grund darin, dass sie

eben noch unreiner Kaliglimmer sind, welcher sich unter Einfluss der gewöhnlichen Umwandlungspotenzen und nach Auslaugung der seinen Normalbestand verunreinigenden Bestandtheile in nichts weiter als reinen, normalen Kaliglimmer umwandeln kann.

§. 114d. Bildungsweise, Pseudomorphosen und Associationen: Wenn nun aber auch der Kaliglimmer selbst sich nicht leicht in andere krystallische Mineralarten umwandeln kann, so können dafür desto mehr andere Mineralien zu Glimmer werden. Da schon bei der Beschreibung des Berylles (§. 74), Turmalins (§. 75), Granates (§. 76), Dichroites (§. 79), Orthoklases (§. 82), Augites (§. 104) und der Hornblende (§. 108) auf diese Umwandlung aufmerksam gemacht worden ist, so möge hier nur noch diese Umwandlungsweise übersichtlich in Betracht gezogen werden, wobei zugleich noch diejenigen Mineralien erwähnt werden sollen, welche sich ausser den ebengenannten auch in Glimmer umwandeln können.

Die sämmtlichen bis jetzt bekannt gewordenen Muttermineralien des Kaliglimmers sind folgende:

Orthoklas, Andalusit, (Chyastolith), Dichroit, Pinit, Turmalin, Granat, Vesuvian, Disthen, (Beryll, Korund), Skapolith, Augit, Hornblende (und Epidot).

Alle diese lassen sich in Beziehung zur Glimmerbildung in folgender Weise ordnen:

<table>
<tr><td colspan="4">Glimmer-Muttermineralien,</td></tr>
<tr><td colspan="2">welche in ihrem Bestande dem Glimmer nahe stehen und</td><td colspan="2">welche in ihrem Bestande dem Glimmer ferner stehen und</td></tr>
<tr><td>blos durch Ausscheidung von Bestandtheilen zu Glimmer werden:
Pinit.</td><td>durch Ausscheidung von Bestandtheilen und Aufnahme von neuen zu Glimmer werden</td><td>durch Aufnahme von Kali zu Glimmer werden:
Andalusit,
Cyanit,
(Chyastolith),</td><td>durch Aufnahme von Alkalien und Ausscheidung von Kalk oder Magnesia zu Glimmer werden:</td></tr>
<tr><td>unter Ausscheidung von Kieselsäure und Aufnahme von Kalithonerde (und Eisenoxyd:
Orthoklas.</td><td>unter Ausscheidung von Thonerde, Borsäure, Natron (und Magnesia) und Aufnahme von kieselsaurem Kali:
Turmalin.</td><td>durch Ausscheidung von Kalkerde:
Skapolith.
Granat (?).
Vesuvian (?).
Thonkalkhornblende.
Augit (?).</td><td>durch Ausscheidung von Magnesia:
Dichroit.</td></tr>
</table>

Bemerkung: Die mit einem Fragezeichen versehenen Mineralien habe ich selbst nur als Erzeuger des Magnesiaglimmers, aber nicht des Kaliglimmers kennen gelernt.

Nach allen diesen Muttermineralien bildet nun auch der Kaliglimmer Pseudomorphosen, wie an den betreffenden Orten schon angegeben worden

ist, und mit eben diesen Mineralien kann er auch in Association vorkommen, sei es nun dass er Pseudomorphosen nach ihnen bildet oder mit ihnen verwachsen ist, sei es dass er mechanisch gemengt mit ihnen auftritt. Zugleich aber erscheint er dann auch in Association theils mit den primären Gesellschaftern, theils mit anderen Umwandlungsproducten seiner Muttermineralе. Unter allen am meisten zeigt er sich jedoch associirt mit dem derben Quarze und dem Orthoklase; mit dem ersten gewöhnlich in der Weise, dass er in der Masse desselben eingewachsen liegt, was für eine spätere Entstehung des Quarzes spricht; mit dem zweiten dagegen sehr häufig so, dass er auf demselben sitzt, so dass man ihn für eine spätere Bildung als den Orthoklas halten muss. Indessen fehlt es auch nicht an Beispielen, dass er theils auf dem Quarze aufsitzt, theils mit ganz frischem Orthoklase in so gleichmässiger Mengung erscheint, dass man an eine gleichzeitige Geburt beider denken muss. Nächst den eben genannten beiden Mineralarten erscheinen Turmalin, Granat, Staurolith und Cyanit als sehr treue Gefährten des Kaliglimmers, jedoch vorherrschend in der Weise, dass sie eingebettet in der Masse des letzteren liegen, in ihren Krystallbildungen vollkommen entwickelt sind und bei ihrem Lostrennen von der sie umhüllenden Glimmermasse in der letzteren einen genau abgegrenzten, gewöhnlich glattwandigen und scharfwinkeligen Abdruck ihrer Krystallform hinterlassen, — gewiss ein deutlicher Beweiss, dass sie schon vollständig ausgebildet vorhanden waren, als die sie später einhüllende Glimmermasse entstand. — Endlich bemerkt man oft den Magnesiaglimmer in der Gesellschaft des Kaliglimmers, dann aber auch stets den treuen Gefährten des ersteren, den Oligoklas.

Die letztgenannten Associationen sind von ganz besonderem Interesse noch dadurch, dass sie selbst in papierdünnen Tafeln des Glimmers in vollständiger Entwickelung auftreten. Ich selbst habe in ganz durchsichtigen Glimmerblättern aus der Gegend von Brotterode dunkelbraunrothe, strahlig auseinander laufende Staurolithstengelchen (vielleicht auch Rudilnadeln) von 3—4 Linien Länge wahrgenommen. — G. Rose hat (nach Poggendorff's Annalen) in einer eben solchen Glimmertafel ausgebildete Cyanit- und Staurolithstangen beobachtet. — G. Bischof endlich hat (n. seiner chem. Geol. II. 1392 ff.) in Tafeln gelblichen Glimmers aus New-Hampshire bis 2 Linien grosse rothe Granatkrystalle gesehen; ich selbst aber besitze eine ¾ Linien dicke Kaliglimmerplatte von Haddam in Connecticut, welche mehrere vollständig ausgebildete, schwarze, 3—6 Linien lange und 2—4 Linien breite Turmalinkrystalle einschliesst. — Gustav Bischof hat aber auch zwischen den Lamellen einer grossen Tafel rauchbraunen Glimmers aus Bengalen ganz oder theilweise ausgebildete, dunkelbraune, sechsseitige Täfelchen von Magnesiaglimmer beobachtet (Chem. Geol. II. 1389). Eine

ganz gleiche Erscheinung hat auch Ehrenberg schon an weissen Glimmertafeln gesehen. Ueberhaupt findet man oft — z. B. im Granite des Thüringer Waldes — dunkelbraune Glimmerblätter mit weissen ver- oder durchwachsen; bis jetzt aber ist es mir wenigstens noch nicht geglückt, einen bedeutenden chemischen Unterschied zwischen diesen Glimmerverwachsungen zu finden (vgl. den Magnesiaglimmer). Unter den bis jetzt erwähnten Glimmergesellschaften verdient der Turmalin und Quarz noch einer besonderen Erwähnung. Der Turmalin nämlich zeigt sich sehr oft, wie schon bei der Beschreibung desselben (S. 516) erwähnt worden ist, in granitischen Gesteinen als einen Verdränger des Glimmers, was in scheinbarem Widerspruche mit dem eben angedeuteten Geselligkeitsverhältnisse desselben zum Glimmer steht, aber sehr gut darin seine Erklärung findet, dass er ein Muttermineral des letzteren ist und dass demnach der Glimmer noch nicht vorhanden sein kann, so lange er frisch ist. Man kann daher mit grösserem Rechte mit Beziehung auf dieses Verhältnis den Glimmer einen Verdränger des Turmalins nennen. — Was den Quarz betrifft, so habe ich in der Umgegend von Ruhla und Brotterode sehr oft Quarz-Glimmerstücke getroffen, deren ein bis zwei Zoll grosse Kaliglimmertafeln lauter klaffende Blätterlagen zeigten und dann in den Spalten zwischen den letzteren zarte Quarzkrystallüberzüge und Kaolin wahrnehmen liessen. Da diese Association in der Regel mit grosskörnigem Granite in Verbindung steht, so kann man wohl daraus folgern, dass der Glimmer aus der Zersetzung von Orthoklas (vielleicht auch von Turmalin) entstanden ist, wodurch dann einerseits Kieselsäure und andererseits Kaolin frei wurde. Ganz ähnliche Erscheinungen habe ich oft an Quarznestern in dem Gneisse bei Ruhla beobachtet. Der Quarz dieser Nester umschliesst sehr häufig Aggregate, welche aus einem Gemenge von silberweissen Glimmerschüppchen, durchsichtigen Quarzkörnchen und röthlichweissem Kaolin bestehen und offenbar aus der Zersetzung von Orthoklas entstanden sind, welcher sehr oft in knollenförmigen Putzen zwischen den Quarzlagen vorkommt.

Endlich finden sich unter den Gesellschaftern des Glimmers auch noch mehrere Mineralarten, welche als Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte theils des mit ihm verwachsenen Orthoklases allein, theils seiner eigenen Masse, theils auch aus der Mischung seiner Auslaugungsproducte mit der Zersetzungsmasse des Orthoklases angesehen werden können. Zu diesen gehören der Topas, (Andalusit), Fluorit, Rutil, das Zinnerz Kaolin und Brauneisenerz.

Nach allem eben Mitgetheilten erscheint also:

der Kaliglimmer in Association mit:

seinen Muttermineralien und deren oder seinen Zersetungsproducten:

Orthoklas, Andalusit, Dichroit, Pinit, **Turmalin**, Beryll, Disthen, (Staurolith), Granat, Skapolith, (Vesuvian, Hornblende)?

und deren, ihnen eigenthümlichen, Gesellschaftern, wie sie bei der Beschreibung der genannten Minerale schon genannt worden sind.

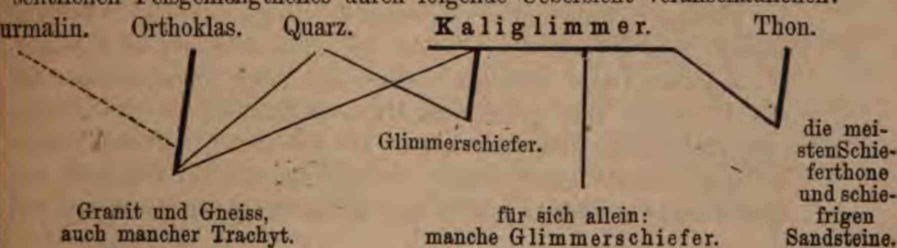
Topas, Fluorit, Zinnerz, **Quarz**, **Kaolin**, Rutil und Brauneisenerz.

Seine Hauptassociationen aber bleiben immer die mit derbem gemeinen Quarz, Turmalin, Orthoklas und Thon.

§. 114e. Geologische Bedeutung. Nächst dem Quarz und Calcit besitzt kein anderes krystallisches Mineral einen so gewaltigen Verbreitungsbezirk in den verschiedenartigsten Massen der Erdrinde wie der Kaliglimmer und sein Verwandter, der Magnesiaglimmer; denn er bildet nicht nur einen wesentlichen Gemengtheil der Hauptmassen des muthmasslich ältesten Theiles der Erdrinde, des Gneisses, Glimmerschiefers, Urthonschiefers und Granites, sondern auch eine unwesentliche Beimengung von Gebirgsarten aus den verschiedensten Bildungsperioden der Erdrinde, so des Granulites, Syenites, Felsitporphyres und mancher Laven, überhaupt der Felsarten mit kieselsäurereichen Feldspathen, namentlich mit Orthoklas oder dessen umgeschmolzenen Verwandten, dem Sanidin; ferner des körnigen Kalksteines, Dolomites und manchmal auch des Chloritschiefers (?); endlich unzähliger Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone, ja auch vieler Thonablagerungen der tertiären und quartären Bildungszeiten. — Dagegen ist er den Gesteinen mit kieselsäurearmen Feldspathen (Labrador und Anorthit) und Augit mehr oder weniger fremd. Kommt in diesen Gesteinen Glimmer vor, so ist es wohl in den meisten Fällen Magnesiaglimmer.

Bemerkenswerth ist es aber, dass der in Hüttenschlacken gefundene Glimmer sowohl nach seinen morphologischen Eigenschaften, wie nach seiner chemischen Zusammensetzung nicht dem Kaliglimmer, sondern dem Magnesiaglimmer angehört.

Im Allgemeinen lässt sich diese Bedeutung des Kaliglimmers als wesentlichen Felsgemengtheiles durch folgende Uebersicht veranschaulichen:



Ganz eigenthümlich ist das Auftreten des Glimmers in Sandsteinen und Schieferthonen. In diesen Gesteinen ruft er, wie oben schon bemerkt, stets um so deutlichere Schieferung hervor, in je grösserer Menge er auftritt. In der Regel bildet er dann die glänzenden, silber- oder goldglänzenden, zartschuppigen Ueberzüge auf den Schiefer- oder Schichtungsflächen; oft aber auch für sich allein oder im Gemenge mit etwas grünlichem Thon zwischen den Sandsteinschichten, 1—6 Zoll mächtige Zwischenlagen, welche im frischen Zustande pappenähnlich, biegsam, ja knetbar erscheinen, im ausgetrockneten Zustande aber zu einem losen Haufwerke von zarten Schüppchen („Silber- und Goldstreusand") zerfallen. Am häufigsten und augenfälligsten kann man diese Glimmeranhäufungen in den Gliedern der Buntsandsteinformation beobachten. Wo kommt nun dieser Glimmer her? Ist er vom Wasser mit angefluthet worden? oder ist er erst später in diesen klastischen Gesteinablagerungen entstanden? —

Ohne mich für oder gegen die Antworten auf diese unbestimmten Fragen erklären zu wollen, erlaube ich mir blos hier eine Thatsache aus meinem Beobachtungskreise am Thüringer Walde mitzutheilen.

1) Aus der Verwitterung des Magnesiaglimmerschiefers bei Ruhla entsteht ein braunrother, mit zarten Magnesiaglimmerblättchen untermengter, Thon. Gebirgsbäche und Regengüsse führen denselben stundenweit bis in das Hörselthal bei Eisenach und setzen ihn dann an ihren Ufern ab als rothen Thon mit deutlichen, liniendicken Zwischenlagen von kupferroth schimmernden Glimmerlamellen. Diese Ablagerungen haben schon seit undenklichen Zeiten stattgefunden, ja bilden das Hauptmaterial in dem Bestande des Rothliegenden, aber aus den Glimmerblättchen sind in dem letzteren zum Theil Choritlamellen geworden; in den Thonablagerungen jedoch sind sie nicht verändert worden.

2) Aus der Verwitterung des — aus Quarz, Orthoklas, Oligoklas und Magnesiaglimmer bestehenden — Granites bei Ruhla entsteht ein blassgelber, mit Quarzkörnchen und Magnesiaglimmerblättchen untermengter, Kaolin. Auch diesen schlämmt das Wasser bis ins Hörselthal; aber die in ihnen enthaltenen schwarzgrauen Glimmerblättchen erscheinen mannichfach umgewandelt: In den jüngsten Thonlagern gelblichbraunroth und glanzlos, in den älteren aber silberweiss glänzend und offenbar in Kaliglimmer umgewandelt. Ganz dieselbe Erscheinung bemerkt man auch in den Gliedern des Buntsandsteines bei Eisenach. Die untersten Lagen desselben bestehen aus braunrothem Schieferthon mit schwarzem oder grünlichem Magnesiaglimmer; sie sind Zerstörungsproducte des Glimmerschiefers. Die über diesen lagernden Schichten aber bestehen aus Sandstein, welcher aus Kaolin, Feldspath und Quarzkörnern gebildet erscheint und Zwischenlagen aus weissem und

grauen Kaliglimmer enthalten; sie sind wahrscheinlich aus zerstörtem Granite entstanden, dessen ursprünglicher Magnesiaglimmer durch Einfluss des bei der Zersetzung des Orthoklas freigewordenen Kali's in Kaliglimmer umgewandelt worden ist.

In beiden Fällen lässt sich also nachweisen durch Facta der Gegenwart, dass der Glimmer nicht später erst in der Masse der ihm einschliessenden Thon- und Sandsteine entstanden, sondern zugleich mit den übrigen Bestandtheilen der letzteren angeschlämmt worden ist. Der Vorwurf, dass die Glimmerblattchen bei ihrem Fortführen durch das Wasser von dem letzteren ganz zermalmt werden müssten, trifft nicht; denn wenn man Glimmer in einem Mörser mit Wasser möglichst stark zusammenreibt, so bleiben zuletzt doch noch Glimmerschüppchen übrig, welche sich beim Ruhigwerden des Wassers lagenweise und stets mit ihrer breiten Seite zu Boden senken und denselben scheinbar mit einer zusammenhängenden Glimmerhaut bedecken, — grade so, wie man es in den Schieferthonen des Rothliegenden und Buntsandsteines sieht.

Auf Drusenräumen, untergeordneten Gängen und Lagern trifft man ebenfalls bisweilen Kaliglimmer, jedoch seltener als den Magnesiaglimmer. In der Regel erscheint er alsdann in der Gesellschaft von Quarz und Turmalin, oder von Topas, Beryll, Zinnerz und Flussspath, bisweilen auch von Kupfer- und Silbererzen.

Interessante Fundorte des Kaliglimmers bieten die grosskörnigen Granite des Thüringer Waldes (bei Brotterode), des Fichtelgebirges und Spessarts. Schöne grosse Glimmerzwillinge mit Federstreifung trifft man namentlich bei Aschaffenburg (z. B. am Richtplatze) und bei Zwiesel in Niederbayern. Aber wirklich prachtvoller, federig gestreifter Kaliglimmer kommt bei Pressburg vor. Schöne Krystalle endlich zeigen sich in den Drusenräumen der vesuvischen Laven. Am Ilmensee, bei Alabaschka, Nertschinsk u. a. O. in Sibirien finden sich sehr grosse Krystalle; auch bei Pargas in Finnland. Kugeln von gebogenen Glimmertafeln kommen ausgezeichnet zu Skogböte im Kimito-Kirchspiele in Finnland; auch in Mähren vor.

Anhang zum Kaliglimmer. Von geringer geologischer Bedeutung sind die beiden Verwandten des Kaliglimmers, der Damourit und Lithionglimmer.

1) Der Damourit (Delesse), ein gelblichsilberweisses, metallartig perlmutterglänzendes, in feinschuppigen Aggregaten auftretendes Mineral, dessen Härte = 1,5 und spec. Gewicht = 2,792 ist. Es bläht sich vor dem Löthrore auf, wird milchweiss und schmilzt unter starkem Leuchten zu weissem Email. Schwefelsäure sersetzt es beim Kochen unter Abscheidung von Kieselsäureschüppchen. In 100 Theilen enthält es 45,22 Kieselsäure, 37,85 Thonerde, 11,20 Kali und 5,25

Wasser; es ist demnach ein wasserreicher Kaliglimmer, welchem die Formel $(3\ \ddot{A}l^2\ddot{S}i^3 + \dot{K}^2\ddot{S}i^3) + 4\ \dot{H}$ zusteht. — In ihm kommen die schönsten Staurolithe und Cyanite vor.

2) Der Lithionglimmer, ein in seinen morphologischen und physikalischen Eigenschaften dem Kaliglimmer sehr nahe verwandtes, oft schön rosen- oder pfirsichblüthrothes, Mineral, welches beim Erhitzen stark auf Flusssäure reagirt, vor dem Löthrohre schon für sich die Flamme roth färbt, sehr leicht schmilzt, dabei auf Mangan und Eisen reagirt und von Salz- oder Schwefelsäure schwierig zersetzt wird. Er enthält etwa 51,6 Kieselsäure, 28,5 Thonerde, 8,7 Kali, 5,3 Lithion und 5,9 Flusssäure, ausserdem mehr oder weniger Eisen- und Manganoxydul. — Eine rothe, körnigschuppige Varietät desselben, welche namentlich ausgezeichnet am Berge Hradisko bei Roczena in Mähren auftritt, wird Lepidolith genannt. Ausgezeichnete Fundorte dieses Glimmers überhaupt bieten: der Granit von Chursdorf, Penig, Zinnwald und Altenberg in Sachsen, sowie Scheitansk und Mursinsk am Ural. — Bemerkenswerth erscheint noch, dass dieser Glimmer vorzugsweise rothen Turmalin, Zinnerz und Flussspath zu Gesellschaftern hat und auch aus der Umwandlung des ersteren (z. B. bei Roczena in Mähren) hervorgeht.

§. 115. 2) **Magnesiaglimmer.**

[Synom: Biotit; optisch einaxiger Glimmer z. Th. Eisenglimmer z. Th.]

§. 115a. Mineralogische Beschreibung. — Vorherrschend rhombische Tafeln, welche aber den hexagonalen oder monoklinen Formen oft sehr nahe kommen und manchmal eine bedeutende Grösse haben. Die hexagonalen Formen zeigen nach Kenngott einen Rhomboëderwinkel von 73°. Bisweilen auch kurze rhombische Säulen. Die Krystalle theils ein-, theils aufgewachsen und im letzten Falle zu Drusen vereinigt. Ausserdem in Blättern, Lamellen und Schuppen, so namentlich im Gemenge mit anderen Mineralien; endlich auch in derben Massen mit verworren- oder parallelblättriger, schaliger oder schiefriger Zusammenfügung. — In der Richtung der Tafelflächen in höchst dünne, durchsichtige, elastisch biegsame Blättchen spaltbar. Der Bruch kaum bemerklich; mild. — Härte 2,5—3; spec. Gewicht = 2,74—3,13. — Vorherrschend sehr dunkel gefärbt, am meisten schwarzbraun oder ganz schwarz, so dass man kleine, fest eingewachsene, Blättchen in dem Gemenge von Felsarten dem äusseren Ansehen nach für Hornblende halten könnte; ausserdem oft auch eisengrau, dagegen seltener grün. Der Glanz auf den Spaltflächen stark metallisch-perlmutterartig; die Durchsichtigkeit weit geringer als beim Kaliglimmer, selbst in dünnen Blättchen etwas trübe. Im polarisirtem Lichte zeigen

durchsichtige Blättchen ein System von farbigen Ringen, welche ein schwarzes Kreuz einschliessen. Nach neueren Untersuchungen indessen ist diese Glimmerart nicht optisch einaxig, sondern vorherrschend optisch zweiaxig. — Bei beginnender Verwitterung zuerst schön kupferröthlich schimmernd, dann braunroth und matt werdend, während der Kaliglimmer in der Regel zuerst gold- oder messinggelb schimmert und dann ockergelb wird.

§. 115b. Chemisches Verhalten und Bestand. Vor dem Löthrohre für sich schwer zu einem graulichen oder schwärzlichen Glase schmelzend; mit Borax oder Phosphorsalz geschmolzen stark auf Eisen reagirend. Im Kölbchen erhitzt Wasser ausschwitzend und auf Fluor reagirend. — Durch Salzsäure nur wenig angreifbar, aber durch Schwefelsäure vollständig und unter Abscheidung von weissen, perlmutterigglänzenden Kieselsäureschüppchen zersetzbar.

Der Magnesiaglimmer unterscheidet sich in seinem chemischen Gehalte vom Kaliglimmer im Allgemeinen zunächst durch seine geringere Menge von Kieselsäure, welche gewöhnlich 40 pCt. beträgt und nur selten über diese Summe sich erhebt; sodann durch seinen geringen Kaligehalt, welcher gewöhnlich 5 pCt. beträgt und nur selten bis 10 pCt. steigt; ferner durch seinen grossen Magnesiagehalt, welcher vorherrschend 15 bis 30 pCt. beträgt und nur selten bis 10 pCt. herabsinkt; ferner durch seinen grösseren Gehalt an Eisen, welcher bis 25 pCt. steigt und theils als Eisenoxyd, theils als Eisenoxyduloxyd auftritt und im letzteren Falle durch sein Oxydul in einer gewissen Beziehung zur Magnesia zu stehen scheint, indem nach Rammelsberg mit der Zunahme des Ersteren die letztere an Menge abnimmt; endlich durch seinen geringeren Thonerdegehalt, welcher gewöhnlich 16—20 pCt. beträgt. — Ausser diesen Hauptbestandtheilen bemerkt man in dem Magnesiaglimmer noch 0,5—4 pCt. Fluor, 0,5—3 pCt. Wasser und ausserdem bisweilen auch 2 pCt. Kalkerde und 0,5—5 pCt. Natron. Endlich hat man auch in einzelnen Fällen Chlor und Titansäure, ja sogar ammoniakalisches Wasser beobachtet.

Nach dem eben Mitgetheilten erscheint demnach der Gehalt des Magnesiaglimmers ebenso schwankend, wie der des Kaliglimmers. Indessen ist Rammelsberg nach der Berechnung zahlreicher Glimmeranalysen doch vorläufig zu dem Resultate gelangt, dass der Magnesiaglimmer eine Verbindung von Singulosilicaten ist, welche der Formel $n\,\ddot{R}^2\ddot{S}i^3 + m\,\dot{R}^2\ddot{S}i$ entspricht.

§. 115c. Abarten des Magnesiaglimmers sind: der Rubellan und Phlogopit Breithaupts. — Der erste bildet undurchsichtige, spröde, unbiegsame, rostrothe, hexagonale Tafeln und Lamellen in Basalten und Melaphyren und ist jedenfalls das Umwandlungsproduct der basaltischen Hornblende, da er oft fest verwachsen mit der letzteren vorkommt; der Phlo-

gopit dagegen ist ein gelbrother bis grünlichbräuner Magnesiaglimmer mit rhombischer Krystallform und zweiaxiger Strahlenbrechung, im körnigen Kalke von New-York und in gut entwickelten Pseudomorphosen nach Hornblendekrystallen in einem Nephelingesteine am Vesuv. (Vgl. Kenngott: „Uebersicht der mineralog. Forschungen im J. 1855. S. 125.) — Ausserdem ist von dem gewöhnlichen Magnesiaglimmer auch noch der Eisenglimmer zu unterscheiden. Dieser letztere, welcher entweder glänzend eisenschwarz, oder tombackbraun oder dunkelgrün ist, besitzt 15—36 pCt. Eisenoxyd und 4 bis höchstens 15 pCt. Magnesia, hat ein spec. Gewicht = 3,1—3,4 und kommt sehr schön bei Bodenmais, mit halbzersetzten Turmalin, Oligoklas und Quarz bei Herzogau in der Oberpfalz, mit Adular am St. Gotthard etc. vor. (Zwischen seinen Blätterlagen zeigen sich gewöhnlich Ueberzüge von Quarz und Eisenoxyd). Sandberger beschreibt in seiner geolog. Beschreibung der Renchbäder (1861) einen solchen Eisenglimmer von tiefbrauner Farbe und dunkelrostgelbem Pulver, welcher zwischen seinen Blättern Eisenoxydhydrathäutchen enthält und die deutlichsten Uebergänge in Kaliglimmer zeigt (a. a. O. S. 53). Dieser Glimmer, welcher in vielen Schwarzwälder Oligoklasgraniten auftritt, enthält nach Dr. Nessler: 38,34 $\ddot{Si}$; 0,60 $\ddot{Ti}$; 33,36 $\dddot{Al}$; 13,73 $\overline{\dddot{Fe}}$; 7,40 $\dot{Fe}$; 0,36 $\dot{Mg}$; 4,22 $\dot{K}$; 0,56 $\dot{Na}$; 1,36 HO; Spur von Fl.

§. 115d. Verwitterung und Umwandlung. — Unter sonst gleichen Verhältnissen verwittert der Magnesiaglimmer schneller und leichter als der Kaliglimmer. Die Ursache hiervon mag einerseits in seiner vorherrschend dunkelen Färbung, der zu Folge er dem Temperaturwechsel weit zugänglicher als der letztgenannte ist, und andererseits in seinem geringeren Kieselsäure- und starken Eisenoxyduloxyd-Gehalte liegen. Die Oberfläche seiner Tafeln wird zuerst von einem äusserst zarten Netze von Rissen durchzogen, durch welche dann das Meteorwasser eindringt und sich zwischen die einzelnen feinsten Lamellenlagen einzwängt. Die Folge davon ist zuerst eine Lockerung der Glimmermasse, dann die Bildung von grünlichen, gelblichen und röthlichen Wolkenbildungen, endlich die Ausscheidung von kirschrothem Eisenoxyd, welches unter der jetzt noch glänzenden, durchsichtigen Oberhaut des Glimmers lagernd den einzelnen Glimmerblättern einen oft wunderschönen, kupferroth schimmernden, Schein gewährt. Allmählig aber zerplatzt die äusserste Glimmerblattlage in unzählig kleine kupferrothe Schüppchen und die unter ihr gebildete Lage von Eisenoxyd mengt sich mit denselben zu einem braunrothem erdigen Aggregate. Und indem sich dieser Zertheilungsprocess mit der nun blosgelegten Glimmerplatte und dann weiter mit jeder neu blosgelegten immer wiederholt, zerfällt allmählig die ganze Glimmertafel in eine von unzähligen, oft mikroskopisch kleinen, rothen Glimmerschüppchen untermengte erdige Masse, welche sich bei ihrer chemischen Untersuchung als ein schmieriger,

leicht zur Austrocknung geneigter, Spuren von kohlensaurer Kalkerde und Magnesia haltiger, eisenschüssiger Thon darstellt. — So zeigt sich der Verwitterungsprocess des Magnesiaglimmers an und für sich allein. An dem Magnesiaglimmerschiefer am Thüringer Walde, namentlich am Ring- und Breitenberge bei Ruhla, kann man ihn in dieser Weise kennen lernen.

Der practische Forstmann unterscheidet nach dieser Verwitterungsweise den Kali- und Magnesiaglimmer, indem er sagt: „Der Kaliglimmer verwittert gelb, der Magnesiaglimmer aber braunroth.“

Anders aber zeigt sich diese Umwandlungsart des Magnesiaglimmers, wenn er nur Eisenoxydul enthält und mit Feldspathen verwachsen ist, welche bei ihrer Verwitterung viel lösliches kieselsaures Kali spenden, wie dies z. B. beim Orthoklas und Oligoklas der Fall ist und in dem Granite, Gneisse und Syenite des Thüringer Waldes vorkommt. In diesem Falle nimmt der Magnesiaglimmer das Kalisilicat seines verwitternden Feldspathgenossen auf, scheidet dafür mehr oder weniger Magnesia und Eisenoxydulcarbonat aus und wird so zunächst farblos und dann weiter zu einem, gewöhnlich messinggelben oder auch silberweissen, Kaliglimmer, während der Feldspath selbst Kaolin bildet. — Bei Ruhla kommt diese Umwandlung öfters vor. Und an der Kugelau bei Geisbach hat Sandberger (Geol. Beschreibung der Renchbäder S. 58 f.) diesen Uebergang ebenfalls deutlich beobachtet; denn an diesem letztgenannten Orte ist „der dunkele Magnesiaglimmer strahlig mit neugebildetem Kaliglimmer umgeben.“ — Wieder anders äussert sich dieser Zersetzungsprocess, wenn der Magnesiaglimmer viel Eisenoxyduloxyd enthält und mit den ebengenannten Feldspathen verwachsen vorkommt. Es entsteht dann aus ihm ein eisenschwarzes, im Ritze graugrünes, sehr fest an seiner quarzigen oder feldspathigen Unterlage angewachsenes Mineral, welches äusserlich fast wie ein Eisenglanzspiegel aussieht und vielleicht identisch mit Lepidomelan (?) ist.

Endlich führt auch vitriolescirender Eisenkies eine eigenthümliche Zersetzungsweise des Magnesiaglimmers herbei. Am Ringberge bei Ruhla erscheinen die obersten Lagen eines von zarten Glimmerlamellen durchzogenen Gneisses da, wo sie unmittelbar unter einem viel Eisenkies führenden Hornblendegesteine lagern, durch die bei der Oxydation dieses Kieses entstehende Schwefelsäure ganz eigenthümlich angeätzt. Der Oligoklas dieses Gneisses ist an manchen Stellen mürbe, glanzlos, faserig, an manchen Stellen aber so hart und spröde geworden, dass man ihn für Hornstein halten möchte; und grade zwischen diesen hornstein- oder jaspisartigen Lagen sind die Glimmerlamellen ganz verschwunden und an ihrer Stelle befindet sich erdiges, rothbraunes Eisenoxyd, welches genau die gefältelte Oberfläche zeigt, welche den Glimmerlamellen in diesem Gneisse eigen ist. Allem Anscheine nach

sind durch die vitriolescirenden Eisenkiese die Glimmerlamellen ihrer Thonerde, Magnesia und anderen Basen beraubt worden, so dass von ihnen nur noch das Eisenoxyd und die Kieselsäure übrig blieb, welche von den ebenfalls angeätzten Oligoklas aufgenommen wurde und nun dessen Masse hornsteinartig machte. — Eine ganz ähnliche Umwandlung haben die Glimmerlamellen in einer quarzreichen Lage des Glimmerschiefers an eben diesem Berge erlitten. In dieser Lage erscheinen statt des Glimmers gefältelte Eisenglanzspiegel, welche an manchen Stellen noch deutliche Uebergänge und Fortsetzungen in wahren Glimmer zeigen.

Ausser diesen Zersetzungen zeigt der Magnesiaglimmer auch Umwandlungen in Chlorit, so am Bermer bei Ruhla; in Talk, so im Zillerthale; in Speckstein, so am Ringberg bei Ruhla und nach Blum am Monzoniberge in Südtyrol; in Serpentin, so nach Blum zu Sommerville; und in Asbest z. B. bei Hermansschlag in Mähren, wie mir ein von Dr. Krantz überlassener 2" dicker Biotitknollen sehr schön zeigt. Dieser Knollen besteht von Aussen nach Innen aus vier Zonen: äusserlich aus einer messinggelben Kaliglimmerschale, darunter aus einer 4 Linien dicken Zone strahlig-faserigen Asbestes, welcher nach Innen in eine Zone Eisenoxydhydrat übergeht und in dem Kerne aus noch ziemlich frischem tombackbraunen Magnesiaglimmer. — Eine ganz eigenthümliche Umwandlung des Magnesiaglimmers bei Ruhla in Dolomitspath ist schon früher bei der Beschreibung des Gypses (§. 63a) und Dolomites (§. 67) erwähnt worden.

§. 115e. Associationen des Magnesiaglimmers. Wie der Kaliglimmer vorherrschend im Verbande mit Quarz, Orthoklas und Turmalin auftritt, so zeigt sich der Magnesiaglimmer vorzüglich im Vereine mit Quarz, Oligoklas und Hornblende. Die Amphibolite, und vor allen die Hornblenden, sind nämlich Mutterminerale dieses Glimmers, wie schon bei der Beschreibung derselben gezeigt worden ist; es ist daher kein Wunder, wenn er nicht nur in Pseudomorphosen nach diesen Mineralien, sondern auch in der Gesellschaft theils von ihnen, theils von ihren übrigen Bundesgenossen auftritt. Durch sie aber kommt er auch in die Gesellschaft derjenigen Minerale, welche ausser ihm noch aus der Umwandlung der Amphibole hervorgehen können, so vorzüglich in die Association des Vesuvians, Epidotes, Chlorites, Serpentins, Magneteisenerzes, Siderites, Titaneisenerzes, Rutiles, Fluorites, Dolomites und Calcites; aber auch des Granates, aus dessen Umwandlung er selbst unmittelbar hervorgehen kann. Ganz besonders ist hierbei noch hervorzuheben seine häufige Verbindung mit körnigem Kalk und Dolomit. Dagegen scheint er nur selten in Verwachsung oder Mengung mit Turmalin oder Orthoklas vorzukommen, und ist dies einmal der Fall, dann fehlt auch sicher nicht in ihrer Association die Thonmagnesiahornblende und der Oligoklas, so dass

man fast behaupten möchte, dass der Magnesiaglimmer für den Oligoklas und die Hornblende ebenso bezeichnend sei, wie der Kaliglimmer für den Orthoklas und Turmalin.

Man hat indessen je nach der Art der Hornblende, aus welcher der Magnesiaglimmer hervorgegangen ist, zweierlei Glimmerarten zu unterscheiden:

1) den eigentlichen Magnesiaglimmer, welcher arm an Eisen und reich an Magnesia ist, aus der Umwandlung der Thonmagnesiahornblende hervorgeht und sich daher vorherrschend in der Gesellschaft dieser und ihrer Gesellschafter findet. Diese Glimmerart ist es, welche man namentlich in Oligoklas haltigen Gesteinen, z. B. in Graniten, Gneissen und Dioriten trifft;
2) den Rubellan, welcher reich an Eisenoxyduloxyd und ärmer an Magnesia ist, aus der Umwandlung der Thonkalkhornblende (basaltischen Hornblende) entsteht und sich daher vorherrschend in der Gesellschaft dieser Hornblendeart und ihrer Genossen zeigt. Diese Abart des Glimmers ist es, welche namentlich in Anorthit und Labrador haltigen Gesteinen, z. B. in Basalten und Melaphyren, vorkommt.

Fasst man alle die eben angegebenen Thatsachen zusammen, so dürften sich für den Magnesiaglimmer folgende Associationsreihen ergeben:

Der Magnesiaglimmer
zeigt sich in Association
mit:

Feldspathen, und zwar mit:				**Quarz.**	**Amphiboliten,** also mit:	
kieselsäurereichen		kieselsäurearmen			Hornblenden	Augiten
Oligoklas	Albit.	Labrador	Anorthit.		und deren Umwandlungs- und Zersetzungs-Mineralien:	
Mit diesen der eigentliche Magnesiaglimmer und mit ihm dann oft zugleich: Kaliglimmer, Orthoklas, Quarz, (Turmalin), Thonmagnesiahornblende.		Mit diesen, namentlich der Rubellan im Verbande mit Thonkalkhornblende (oder auch Augit).			Granat, Vesuvian, Epidot, Chlorit, Talk.	Serpentin, Asbest, Magneteisenerz, Eisenerz, Titaneisenerz, Rutil, Quarz, Calcit, Dolomit, Fluorit.

§. 115f. In geologischer Bedeutung steht der Magnesiaglimmer sicher dem Kaliglimmer nicht nach; man hat ihn bisjetzt nur übersehen oder mit dem, ihm äusserlich oft sehr ähnlichen, letzteren verwechselt. Auf vieljährige Erfahrungen und Untersuchungen, welche ich mit Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern und Hornblende haltigen Gesteinen aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands angestellt habe, mich stützend, glaube ich wenigstens vorerst die Erfahrungssätze aussprechen zu dürfen:

1) Alle Granite und Gneisse, welche Oligoklas enthalten, besitzen auch Magnesia- oder auch Eisenglimmer.
2) Alle Glimmer- und Thonschiefer von sehr dunkler Färbung, welche braunroth verwittern, enthalten Magnesia- oder Eisenglimmer, dann aber auch Hornblende und Chlorit.
3) Diejenigen Hornblendegesteine, welche Thonmagnesiahornblende als Hauptgemengtheil haben, besitzen sehr gewöhnlich auch, wenn auch oft nur sehr wenig, Magnesiaglimmer. Dasselbe ist auch der Fall mit den Chloritgesteinen.
4) Da aus dem Magnesiaglimmer durch Umwandlung Kaliglimmer entstehen kann, so findet sich auch der letztere oft in den Gemengen des ersteren. Dies ist namentlich der Fall in den feldspathhaltigen Gesteinen. In der Regel erscheint dann aber der Feldspath entweder kaolinisirt oder auch jaspisartig. — Die in den Kaolinsandsteinen der Buntsandsteinformation vorkommenden Kaliglimmer-Aggregationen scheinen in dieser Weise aus Magnesiaglimmer entstanden zu sein (?).
5) Enthalten glimmerreiche Gesteine Granate, so besitzen sie meistens anch Magnesiaglimmer.
6) Ebenso ist höchst wahrscheinlich in den Kalkhornblende, Augit, Labrador, Anorthit oder Magneteisenerz haltigen Felsarten — z. B. in Basalten, Melaphyren, Glimmerporphyren und Laven — nur Magnesiaglimmer (Rubellan) vorhanden.

Nach allen diesen Erfahrungen würde demnach der Magnesiaglimmer in folgenden Gemengen als wesentliches Felsbildungsmittel auftreten:

Magnesiaglimmer				
eigentlicher mit:				Rubellan mit:
Quarz im **Glimmerschiefer.**	Quarz und Oligoklas in vielen **Graniten** und **Gneissen.**	Quarz, Oligoklas, Chlorit und Hornblende in manchem **Thonschiefer.**	Oligoklas und Hornblende im **Glimmerdiorit.**	Hornblende, Anorthit und Labrador im **Glimmerporphyr** (Melaphyr).

Bemerkung: Die eben angegebenen Associationsweisen des Magnesiaglimmers stützen sich, wie oben schon bemerkt worden ist, auf die Erfahrungen und Beobachtungen, wie ich selbst sie seit einer Reihe von Jahren gesammelt habe. Trotzdem sollen und können sie aber noch nicht als gesetzmässig angesehen werden, da einerseits die Glimmerarten in den verschiedenen Gesteinen der Erdoberfläche noch nicht hinlänglich genau untersucht worden sind und gar mancher Magnesiaglimmer noch als Kaliglimmer paradirt oder auch bei genauer Untersuchung als Eisenglimmer angenommen werden muss und andererseits meine Beobachtungen sich bis jetzt nur auf die Glimmerassociationen des europäischen Mittelgebirges erstrecken. Aber eben diese Ungenauigkeit in der Angabe ist auch die Ursache, dass hier bei der Beschreibung des Magnesiaglimmers nicht speciell angegeben werden konnte, nach welchen Mineralien diese Glimmerart Pseudomorphosen bildet. So beschreibt Blum Pseudomorphosen des Glimmers nach Korund (a. a. O. S. 78), nach Disthen (III. Nachtr. S. 80), nach Granat (a. a. O. S. 92) nach Idokras (a. a. O. S. 92) und nach Augit (a. a. O. S. 93); aber von welcher Glimmerart? — Ich vermuthe nur, dass Magnesiaglimmer gemeint sei.

Interessante Fundorte für gut ausgebildete Magnesiaglimmerkrystalle haben sich bisjetzt namentlich in den vesuvischen Laven der Somma, den basaltischen Tuffen an der Rhön und von Bilin, im Kalkstein von Pargas, Sala, Monroe u. s. w. gezeigt.

2. Sippe: Chloride.

§. 116. 1. Chlorit (Werner).

[Von χλωρός, grün. — Synon.: Ripidolith nach G. Rose, Lophoit, Ogkoit, Helminth, Talc-Chlorite].

§. 116a. Mineralogische Beschreibung. Hexagonale Gestalten, deren Pyramide = 106° 50′ beträgt, und unter denen hexagonale, an ihren Seitenflächen oft zugeschärfte, und zu fächer-, kamm-, wurm- oder wulstförmigen Gruppen verwachsene, Tafeln und Blätter am meisten hervortreten; ausserdem aber auch sehr häufig in derben, blättrigen, schuppigen oder schieferigen Massen oder endlich auch in feinschuppigem oder erdigen Anfluge auf der Oberfläche anderer Mineralien. Endlich ist noch bemerkenswerth, dass der Chlorit in Pseudomorphosen nach Quarz, Orthoklas, Turmalin, Axinit, Hornblende, Bronzit, Granat, Vesuvian, Magneteisenerz, Eisenglanz, Eisen-, Fluss- und Kalkspath auftritt, wie Blum in seinen Pseudomorphosen und in den Nachträgen zu denselben (so namentlich im III. Nachtr. S. 162, 163, 166, 167 u. s. w.) nachgewiesen hat. In der Richtung der hexagonalen Grundfläche sehr vollkommen in dünne, biegsame, aber nicht elastisch biegsame, Blättchen spaltbar. — Milde; sich fettig anfühlend. — Härte = 1—1,5; spec. Gewicht = 2,78—2,95. — Blau- bis schwärzlich-grün; in Krystallen längs der Hauptaxe lauchgrün, quer auf dieselbe aber hyazinthroth durchscheinend; im Ritze aber graulichgrün. Auf den Spaltflächen perlmutterig, ausserdem aber fettig

glasglänzend. In dünnen Blättchen durchsichtig bis durchscheinend. — Optisch einaxig.

§. 116b. Chemisches Verhalten und Bestand. Im Kölbchen Wasser ausschwitzend. — Vor dem Löthrohre sich aufblätternd, weiss oder schwärzlich werdend und bei geringem Eisengehalte schwer und nur an dünnen Kanten, bei stärkerem Eisengehalte aber leichter zu einer matten schwarzen Kugel schmelzend. — Durch Salzsäure kaum, durch concentrirte Schwefelsäure aber leichter zersetzbar.

Der Chlorit ist wesentlich eine Verbindung von Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxydul, Magnesia und Wasser und enthält im Allgemeinen 26,5 pCt. Kieselsäure, 18 - 22 pCt. Thonerde, 15—28 pCt. Eisenoxydul, 15—22 pCt. Magnesia und 10—12 pCt. Wasser. Ausserdem scheint auch bisweilen etwas Eisenoxyd in ihm vorzukommen; dagegen sind ihm Alkalien und Kalkerde ganz fremd. Nach Rammelsberg's Mineralchemie (S. 538) ist er als eine Verbindung von Bisilicat und Bialuminat zu betrachten, welcher die Formel $(4\dot{R}\ddot{Si} + \dot{R}^3\ddot{Al}^2)\,6\dot{H}$ zukommt; nach den Analysen von Varrentrapp, Marignac und von Kobell dagegen entspricht seine Zusammensetzung der Formel $2\dot{R}\ddot{Si} = \dot{R}^2\ddot{Al} + \dot{H}3$.

§. 116c. Verwitterung und Umwandlung. Die Glimmer sind, wie im Vorigen gezeigt worden ist, schwer zersetzbar; der Chlorit noch viel schwieriger, da ihm grade die Bestandtheile, welche eine Auslaugung seiner Masse durch kohlensaures Wasser einleiten oder herbeiführen könnten, — die Kalkerde und Alkalien —, ganz fehlen. Seine Verwitterung kann daher zunächst nur durch den Sauerstoff eingeleitet werden, indem sich dieser mit dem Eisenoxydule der Chloritmasse verbindet und es allmählig in Eisenoxydhydrat umwandelt. Die Folge hiervon, welche sich vorherrschend auf den Spalten und Klüften der im Innern der Chloritaggregate zeigt, ist zuerst eine Umwandlung der dunkelgrünen Chloritfarbe in eine unreinblaugrüne, grüngelbe und ockergelbe, dann aber eine Auflockerung der Chloritmasse selbst, in Folge deren sie durch eindringendes Wasser in eine lose Aggregation von äusserst kleinen, untermischt dunkel-, blau- und gelbgrünen, sowie ockergelben, Blättchen und erdigen Schuppen zerfällt. Diese scheinbar erdige Aggregation, welche namentlich die Klüfte des Chloritschiefers (z. B. im Zillerthale) häufig mehr oder weniger ausfüllt und mit Delessit oder Eisenchlorit oder auch wohl mit Grünerde verwechselt werden könnte, widersteht nun zwar hartnäckig lange Zeit jeder weiteren Veränderung, wird aber zuletzt doch durch Beraubung ihrer kieselsauren Magnesia in eine eigenthümliche, etwas Magnesia haltige, im frischen Zustande schmierige, im trockenen aber blättrige, Thonsubstanz umgewandelt, welche anfangs blassblaugrün aussieht, an der Luft liegend aber bald ockergelb wird und eine Menge kleiner Chloritschüppchen enthält.

Die eben geschilderte Verwitterungsweise habe ich mehrfach an dem Chloritschiefer des Ziller- und Gasteinerthales, aber auch an einem kleinen, untergeordneten Chloritlager im Glimmerschiefer der Struth bei Seebach am nordwestlichen Thüringer Walde beobachtet. Sie zeigt sich aber auch im Glimmerschiefer da, wo derselbe Chloritlamellen einschliesst. Das Endproduct derselben war seiner Hauptmasse nach ein Gemisch von kieselsaurem Thonerdehydrat und kieselsaurem Eisenoxydhydrat.

Eine merkwürdige Umwandlung scheint der Chlorit, namentlich der schiefrige, da zu erleiden, wo er in Gangspalten von angewitterten Hornblendegesteinen auftritt. Bei Brotterode am Thüringer Walde wurde vor einigen Jahren ein Stollen durch Glimmerdioritschiefer geführt, um, wenn ich nicht irre, Eisenspath aufzufinden. Bei etwa 50 Fuss Entfernung von der Bergoberfläche stiess man auf einen schmalen Gang von körnigem Kalk, welcher das Schiefergebirge quer — von Süd nach Nord — durchsetzte und hinter diesem auf mürben Chloritschiefer. Sowohl da, wo dieser Schiefer mit dem Kalke in Berührung stand, als auch da, wo er an dem verwitternden Dioritschiefer anlehnte, hatte er sein schiefriges Gefüge mehr oder minder verloren, war ziemlich dicht, härter (Härte = 2,5) und unrein gelbgrün geworden und zeigte sowohl hierdurch, wie auch durch seinen chemischen Bestand, dass er zu einen, wenig Thonerde, aber viel Eisenoxydul haltigen, Serpentin geworden war. Diese serpentinische Masse hatte eine durchschnittliche Mächtigkeit von 6 Zoll und ging nach der Mitte des Chloritschiefers allmählig in diesen über. — Es war also in diesem Falle der Chlorit vermuthlich dadurch, dass er aus dem verwitternden Glimmerdiorite kieselsaure Magnesia in sich aufgenommen und dafür Thonerde (vielleicht als Kali- oder Natron-Aluminat) ausgeschieden hatte, in Serpentin umgewandelt worden. — Ob diese Umwandlungsart auch an anderen Orten schon beobachtet worden ist, ist mir nicht bekannt geworden.

Leider konnte ich keine weiteren Untersuchungen an Ort und Stelle mehr anstellen, da der gedachte Stollen kurze Zeit nach meinem ersten Besuche wieder verschüttet wurde.

Indessen scheint aus Hermann Müller's Beschreibung (im Jahrb. für Mineral. 1846. S. 257 ff.) der Serpentingebilde von Greifendorf in Sachsen hervorzugehen, dass zunächst die, dieses Serpentinlager nach allen möglichen Richtungen durchschwärmenden und theilweise mit Bruchstücken von Granulit, Granit, Eklogit und Strahlstein gemengten, Chloritgänge aus der Umwandlung theils der Hornblende und des Granates im Eklogite theils auch des Feldspathes im Granulit entstanden sein dürften; und dass sodann aus den so gebildeten Chloritmassen durch Ausscheidung ihrer Thonerde Serpentin erzeugt worden ist. — Es ist übrigens diese Umwandlungsart des Chlorites in Serpentin gar nicht unwahrscheinlich, da beide Mineralarten einerseits

in ganz eigenthümlicher Association zu einander stehen, so dass man wohl Chloritmassen ohne Serpentin, aber nur selten oder auch wohl nie Serpentinmassen ganz ohne Chlorit — sei es in ihrer Masse selbst oder doch in ihrer nächsten Umgebung — antrifft, und andererseits beide auch chemisch nahe verwandt sind, indem beide aus kieselsaurer Magnesia und Wasser bestehen und nur dadurch unterschieden sind, dass der Chlorit noch Thonerde und Eisenoxydul enthält, so dass man denselben einen thonerde- und eisenoxydulhaltigen Serpentin nennen könnte. — Bemerkenswerth ist daher noch, dass Knop in dem Serpentine bei Waldheim in Sachsen Bronzit — ein Mineral, welches ebenfalls in nahen Beziehungen zum Serpentin steht — in lebhaft grünen, ausgezeichnet blättrigen Chlorit umgewandelt gefunden hat.

§. 116d. Bildungsweise, Associationen und geologische Bedeutung. Es ist schon bei der Beschreibung des Granates, Turmalins, Vesuvians, Orthoklases, Magnesiaglimmers und der Magnesiahornblende gezeigt worden, dass unter gewissen Verhältnissen aus diesen Mineralarten theils durch Auslaugung ihrer Kalkerde und Alkalien (so beim Turmalin, Granat und Hornblende theils durch Aufnahme von Magnesia- und Eisenoxydulbicarbonat-Lösung und dagegen stattfindende Ausscheidung von Alkalialuminat (so beim Feldspath) Chlorit entstehen kann; denn dafür sprechen die Pseudomorphosen des Chlorites nach den ebengenannten Mineralien. Nun kommt aber dieses Mineral, wie oben schon erwähnt worden ist, auch in Pseudomorphosen nach Kalkspath (z. B. nach Sillem am Büchenberg auf dem Harze), Flussspath (z. B. nach Blum bei Berggiesshübel in Sachsen), Eisenspath (ebendaselbst) und Magneteisenerz (ebendaselbst und auch bei Fahlun), sei es als blosse Umhüllung, sei es als Verdrängungsmasse der letztgenannten Mineralarten, ja nach Blum sogar bei Zwickau in Sachsen als Versteinerungsmittel der Blätter und Stiele von Neuropteris Grangeri vor. Da nun alle diese Massen gar keine Bestandtheile haben, aus denen heraus sich Chlorit entwickeln könnte, so folgt daraus wohl von selbst, dass derselbe durch kohlensaures Wasser, welches die Bestandtheile des Chlorites, also namentlich Magnesia- und Eisenoxydulsilicate in sich gelöst enthielt, von Aussen her in die Masse dieser Minerale eingeschoben worden ist, indem sein kohlensaures Lösungswasser die Bestandtheile dieser letzteren Atom für Atom, wo es nur mit ihnen in Berührung kam, auslaugte und dafür die chloritische Masse an ihre leergewordene Stelle einsetzte. Es fragt sich nun aber hierbei, woher die Silicate der Magnesia und des Eisenoxydules, welche diese Umwandlung vollzogen, gekommen sind?

Erklärung: Bedenkt man, dass, wie bei jedem Silicate, so auch bei der Hornblende, dem Magnesiaglimmer, Turmalin und Granat zwei Zersetzungsstadien anzunehmen sind, in deren erstem das durch Sauerstoff und kohlensaures Wasser leicht lösliche aus der Masse

dieser Mineralien entfernt wird, während in ihrem zweiten Zersetzungsstadium erst das von ihrer Masse noch übrige und schwerlösliche von kohlensaurem Wasser ergriffen und ausgelaugt wird, so kann man sich ein Bild von der Entstehungsweise der letztgenannten Verdrängungspseudomorphosen entwerfen:

Die Mutterminerale des Chlorites
bestehen aus:

Silicaten der Thonerde, Magnesia, Kalkerde, Eisenoxyduls und Fluor.

Aus diesen Bestandtheilen entwickeln sich:

Im I. Zersetzungsstadium: die in kohlensaurem Wasser leichter löslichen Minerale: **Calcit, Fluorit, Siderit** und aus dem letzteren durch theilweise Oxydation: das **Magneteisenerz,** so dass am Schlusse des ersten Stadiums von den Silicaten der Mutterminerale des Chlorites noch übrig sind die Silicate der Thonerde und Magnesia nebst des Eisenoxydules.—	Dieses noch übrige Thon-Magnesia-Eisenoxydulsilicat der Mutterminerale liefert das Material zur Chloritbildung, wird allmählig und theilweise im II. Zersetzungsstadium durch kohlensaures Wasser aufgenommen und endlich wieder als Chlorit an dem schon im ersten Stadium entstandenen weichen Zersetzungsmateriale abgesetzt.

So fremdartig daher beim ersten Blick diese Pseudomorphosen des Chlorites erscheinen mögen, so sind sie doch erklärlich und gewissermassen gesetzlich, da sie an Mineralien vorkommen, welche mit dem Chlorite von einen und denselben Mutterminеralien abstammen.

Berücksichtigt man nun, dass der Chlorit mit allen denjenigen Mineralienarten:

1) aus denen er selbst entstehen kann,
2) welche mit ihm gleiche Mutterminerale haben,
3) welche schon von ihrem ersten Ursprunge an mit seinen Muttermineralien in Verbindung stehen,
4) welche aus seiner eigenen Zersetzung oder Umwandlung hervorgehen können,

in Association stehen muss oder kann, so ist in der That sein Verbreitungs- und Associationskreis ein fast unabsehbarer; denn er erscheint dann

in Association mit

seinen Muttermineralien:	und deren Genossen:	den Zersetzungsmineralen seiner Mutterminerale und deren Umwandlungen:		seinen eigenen Umwandlungs- und Zersetzungsproducten:
Turmalin,	Orthoklas,	Kaolin,	Eisenglanz,	Eisenoxyd,
Hornblende,	Oligoklas,	Quarz,	Magneteisenerz,	(Magnesit?)
Bronzit,	Albit,	Calcit,	Titaneisen,	Serpentin.
Magnesiaglimmer,	Kaliglimmer,	Magnesit,	Rutil und	(Speckstein).
Epidot,	Quarz.	Dolomit,	aus Erzen verschiedener Art.	
Granat,		Fluorit,		
Vesuvian,		Siderit,		
Strahlstein.		Speckstein,		
		Talk.		

Rechnet man die Augitgesteine, welche, wenigstens nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen, keinen Chlorit produciren können, ab, so giebt es nach der eben aufgestellten Uebersicht fast keine Erdrindenmasse, welche nicht irgend ein Quantum Chlorit enthielte. Am häufigsten aber ist er in denjenigen Felsarten zu finden, welche reich an Magnesiaglimmer, Magnesiahornblende, Granat und Serpentin sind. Am treuesten jedoch scheinen ihm unter allen seinen Gefährten der Magnesiaglimmer, Talk, Serpentin, Strahlstein, Almandin, Turmalin, Magnesit, Rutil und das Magneteisenerz zu sein; denn mit diesen Mineralien erscheint er am häufigsten nicht nur in der Masse von Felsarten, sondern auch im Gemenge auf untergeordneten Lagern oder zu Drusen und Gruppen verbunden auf Gängen und Drusenräumen, sei es nun, dass er das Bett für diese seine Begleiter bildet; sei es, dass er sie mit seinen zarten Schuppen überrindet oder gar in das Innere ihrer Masse eindringt.

Trotz dieses gewaltigen Verbreitungskreises nimmt indessen der Chlorit als wesentlicher Gemengtheil nur einen geringen Antheil an dem Aufbaue von Felsarten; denn sieht man davon ab, dass er hie und da für sich allein oder im Gemenge mit etwas Quarz den — in den Alpen, Scandinavien und am Ural allerdings in bedeutenden Massen auftretenden — Chloritschiefer und dann noch im undeutlichen Gemenge mit Quarz, Hornblende und etwas Feldspath manchen Thonschiefer bildet, so tritt er in keiner bedeutenderen Felsart weiter als wesentlicher Gemengtheil auf, sondern höchstens nur als Stellvertreter von Magnesiaglimmer im Granit, Gneiss und Glimmerschiefer, oder vom Talk in manchem Talkschiefer und Protogin der Alpen.

§. 117. 2) Delessit.

[Synon.: Eisenchlorit. — Chlorite ferrugineuse nach Delesse.]

a. Mineralogische Beschreibung: Feinblättrige, schuppige oder auch blättrig-strahligfaserige Aggregate, welche in den Blasenräumen und

Spalten von Melaphyren und Kalkdioriten theils vollständige, concentrischschalige oder strahligfaserige Kugeln und Mandeln, theils Ueberzüge und Rinden auf den Kugeln und Mandeln anderer Mineralien, theils auch blos feinschuppige Krusten an den Wänden der Blasen- und Spaltenräme bilden. Härte = 2—2,5; spec. Gew. = 2,89. Oel- bis schwärzlichgrün, als Pulver graugrün in's Weissliche; matt bis etwas wachsglänzend.

b. Chemisches Verhalten und Bestand. Vor dem Löthrohre kaum und nur an den Kanten schmelzend. Im Kölbchen Wasser ausschwitzend und braun werdend. Von Salzsäure leicht mit gelbbrauner Farbe und unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzbar.

Er besteht nach Delesse aus 29,08—31,07 Kieselsäure, 15,17—18,25 Thonerde, 17,54 Eisenoxyd, 12,23—19,14 Magnesia, 15,12 Eisenoxydul, 0,45—3,70 Kalkerde und 11,55—12,57 Wasser und lässt sich nach Rammelsberg auf die chloritische Formel $2(\dot{R}^2 \ddot{S}i + \ddot{\ddot{R}} \ddot{S}i) + 5 \dot{H}$ zurückführen.

c. Bildung und Associationen. Wie schon bei der Kalkthonhornblende oder basaltischen Hornblende angegeben worden ist, so ist der Delessit höchst wahrscheinlich ein Umwandlungsproduct derselben; denn er findet sich vorherrschend in solchen Gesteinen, welche diese Hornblende-Art enthalten. Am meisten tritt er in dieser Weise in den Kalkdioriten und Melaphyren auf, wie oben schon bemerkt worden ist. Ob er nun aber auch das färbende Mittel der Diabase bildet, wie man oft annimmt, oder ob Grünerde das Pigment ist, das ist noch unentschieden. Wahrscheinlicher ist das letztere, da in den Diabasen Augit, welcher bekanntlich das Hauptmuttermineral der Grünerde bildet, als Gemengtheil auftritt.

Anhang: Mit dem Delessit ist nicht zu verwechseln:

1) Die Grünerde oder Seladonit (Green Earth), derbe, im Bruche erdige Massen, welche als Ausfüllungen oder Ueberzüge von Blasenräumen augitischer und kalkamphibolischer Mandelsteine, namentlich aber der basaltischen Mandelsteine und Tuffe, oder auch als Pseudomorphosen nach Uralit oder Augit im Augitporphyr auftreten, öl- bis schwärzlichgrün, matt, fettig anzufühlen sind und etwas an der Zunge kleben. Härte = 1—2; spec. Gew. 2,8—2,9. Vor dem Löthrohre zu schwarzem, magnetischen Glase schmelzend. Durch kochende Salzsäure erst gelb, dann farblos werdend und endlich unter Abscheidung von Kieselpulver vollständig zersetzbar. — Sie besteht nach Delesse aus 51 Kieselsäure, 7 Thonerde, 21 Eisenoxydul, 6 Magnesia, 6 Kali, 2 Natron und fast 7 Wasser und lässt sich auf die Formel $\dot{R} \ddot{S}i^2 + \dot{H}$ reduciren. — Jedenfalls ein Zersetzungsproduct des Augites und der Kalkhornblende.

2) Der Glaukonit: kleine, runde Knöllchen und Körnchen, welche in Sandsteinen, Mergeln und Kalksteinen eingewachsen sind oder

auch lockere bis erdige Aggregate namentlich in den Gebilden der Kreidegruppe darstellen, öl- bis schwarzgrün sind und wesentlich aus einem wasserhaltigen Eisenoxydulsilicat besteht, welchem meist 5—15 pCt. Kali und auch wohl 5—19 pCt. Thonerde beigemengt sind.

VII. Gruppe: **Magnesite.**
(Serpentine.)
§. 118.

a. Allgemeiner Charakter: Deutlich oder undeutlich krystallinische, vorherrschend in derben, theils blättrigen oder blättrig stengeligen, theils körnigen oder scheinbar dichten, Massen auftretende, unrein (graulich-, gelblich-, grünlich- oder auch röthlich-) weisse, graue, gelb- oder unrein-grüne, bald glänzende, bald matte, milde Silicate, welche wesentlich aus kieselsaurer Magnesia und Wasser bestehen; vor dem Löthrohre sich hart brennen und fast unschmelzbar erscheinen, mit Kobaltlösung erhitzt blass rosenroth werden; in Säuren nur zum Theil veränderlich sind; eine Härte = 1—3,5 zeigen und ein spec. Gewicht = 2,5—2,8 besitzen.

b) Da alle hierhergehörigen Minerale in Pseudomorphosen nach anderen Mineralien, welche Magnesiasilicat enthalten, auftreten, so namentlich nach Hornblende, Augit, Enstatit, Strahlstein, Magnesiaglimmer, Chlorit, Turmalin, Granat, Pyrop, Staurolith und Olivin, so sind sie wohl alle als die letzten Zersetzungsproducte dieser Mineralien zu betrachten. Da sie aber auch in Pseudomorphosen nach Mineralien auftreten, welche nicht die Bestandtheile zu ihrer Bildung enthalten, so in den Formen von Orthoklas, Topas, Chiastolith, Andalusit, Disthen, ja zum Theil selbst von Quarz und Baryt, so ist anzunehmen, dass sie auch durch Wasser, welches kieselsaure Magnesia in kohlensaurer Lösung enthielt und sich in die Masse dieser Mineralien eindrängte, erzeugt worden sind.

Aber eben darin, dass sie vorherrschend als die letzten, also nicht weiter durch die gewöhnlichen Umwandlungsagentien veränderbaren, Rückstände von Magnesiasilicat haltigen Mineralien anzusehen sind, liegt auch der Grund, warum sie selbst nun unter den gewöhnlichen Verhältnissen keiner weiteren Umwandlungen fähig sind. Schon der Volksausdruck: „Todtes Gebirge", womit man in den Alpen die an jeder Erdkrumenbildung und Pflanzendecke leeren Felsmassen des Talkschiefers und Serpentines bezeichnet, drückt diese Unempfindlichkeit der Magnesite gegen die Angriffe der atmosphärischen Umwandlungsagentien aus. Und doch müssen sie zersetzbar und in Quarz und Talkspath (Magnesiacarbonat) umwandelbar sein, wenn Kohlensäure und Wasser lange Zeit auf sie einwirken kann; denn auf Klüften und Höhlungen ihrer Felsmassen, z. B. des

Serpentines, zeigen sich Wandungen ihrer Masse selbst nicht nur entfärbt und mürbe, sondern hie und da auch mit Drusen von Quarz und Talkspath besetzt. — Ausserdem scheinen auch vitriolescirende Eisenkiese wenigstens auf den Serpentin in der Weise zersetzend einzuwirken, dass schwefelsaure Magnesia aus ihnen entsteht, da Quellen, welche aus ihren Felsmassen hervortreten, dieses Salz oft in reichlicher Menge gelöst enthalten.

Ihrer Abstammungsweise gemäss erscheinen sie vorherrschend in Association mit Turmalin, Granat, Pyrop, Hornblende, Magnesiaglimmer, Chlorit und Olivin und ausserdem mit den übrigen Zersetzungs- und Umwandlungsproducten dieser ihrer Mutterminerale. Vor allen aber zeigen sie sich am häufigsten im Verbande mit Magneteisenerz, körnigem Kalk, Dolomit, Bitterspath und Chlorit.

Zu ihnen gehören der Talk mit dem Specksteine und der Serpentin.

§. 119. 1) Talk oder Steatit.

[Der Name Talk soll nach Einigen aus dem Schwedischen, nach Anderen von dem arabischen Tallz abstammen; Steatit aber stammt vom griechischen στεαρ, Talg, ab und bezieht sich auf das fettige Anfühlen des Minerals. — Synon.: Speckstein und Topfstein z. Th., Soap-stone, venetianische Kreide etc.]

§. 119a. Mineralogische Beschreibung: Vorherrschend blättrige, körnigblättrige, strahlig-blättrigstengelige, krummschalige, schuppige Aggregate oder auch schiefrige bis fast dichte Massen, seltener sechsseitige oder rhombische Tafeln und Blätter; ausserdem in Pseudomorphosen nach Pyrop, Augit, Hornblende, Magnesit, Orthoklas, Disthen und Chiastolith. (Vgl. hierzu Blum's Pseudom. S. 108 ff. und I. Nachtr. S. 64 ff. und II. Nachtr. S. 47 f.) — Die entweder rhombischen oder monoklinischen Tafeln in der Richtung der Tafelflächen sehr vollkommen in durchsichtige, biegsame Lamellen spaltbar. Sehr milde, geschmeidig und stark fettig anzufühlen. — Härte = 1; spec. Gew. = 2,69 — 2,80. — Vorherrschend grünlichweiss, apfelgrün oder auch graulich ins Grüne und Gelbliche, ausserdem auch gelblichweiss, selten farblos; äusserlich wachsglänzend, auf den Spaltflächen aber stark perlmutter-, bei auffallendem Lichte sogar silberig glänzend. Durchsichtig bis undurchsichtig; in dünnen Lamellen optisch zweiaxig mit einem Axenwinkel von 7° 24′. — Pulver weiss.

§. 119b. Chemisches Verhalten und Bestand. Vor dem Löthrohre stark leuchtend und sich zuerst aufblätternd, dann aber so hart werdend, dass er am Stahle funkt, aber nicht schmelzend. — Mit Kobaltlösung geglüht blassröthlich werdend. — In Säuren unzersetzbar sowohl vor wie nach dem Glühen. Nach den äusserst genauen Untersuchungen Scheerers kommt dem Talke die Formel $\dot{M}g^4 \dddot{S}i^5 + x\dot{H}$, in welcher x gewöhnlich $\frac{4}{3}$ bis $\frac{5}{3}$ beträgt, zu. Hiernach enthält er 62,61 Kieselsäure,

32,51 Magnesia und 4,88 Wasser, oder: 61,8 Kieselsäure, 32,1 Magnesia und 6,1 Wasser, wozu oft noch 1—5 pCt. Eisenoxydul als Stellvertreter der Magnesia und bisweilen auch 0,5—2 pCt. Thonerde als theilweise Vertreterin der Kieselsäure kommt. Früher hielt man ihn für wasserfrei, Delesse aber hat nachgewiesen, dass aller Talk etwa 5 pCt. Wasser enthält, welches er aber erst bei sehr starkem Glühen freigiebt.

§. 119c. Umwandlungen, Associationen und geologische Bedeutung. Wie oben schon angegeben worden ist, so bildet der Talk theils Umwandlungs-Pseudomorphosen nach Pyrop, Granat, Augit und Hornblende, auch nach Magnesitspath (nach Blum am wilden Kreuzjoch im Zillerthale), theils Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Orthoklas, Chiastolith und Disthen. Die ersteren erscheinen als die nicht mehr wandelbaren Rückstände ausgelaugter Magnesia haltiger Silicate; die zweiten aber sind Producte, welche wahrscheinlich durch den Einfluss von Gewässern, welche Magnesiabicarbonat gelöst enthielten, auf den Alkaligehalt von Orthoklas und Disthen entstanden sind. Weil er nun aber als ein Umwandlungsproduct der eben genannten Magnesia haltigen Silicate zu betrachten ist, so kann seine Masse erst dann ganz rein sein und der oben angegebenen chemischen Formel entsprechen, wenn die Masse seiner Muttermineralc von allen, nicht zur Talkbildung gehörigen, Bestandtheilen durch Auslaugung befreit worden ist, wenn also mit anderen Worten der Rückstand seiner umgewandelten Mutterminerale zur Bildung von normalem Talk reif geworden itt. So lange demnach diese Auslaugung nicht vollständig stattgefunden hat, erscheint die Masse des Talkes auch noch verunreinigt namentlich von den schwer auslaugbaren Bestandtheilen seiner Mutterminerale, namentlich von Thonerde und Eisenoxydul, oder auch wohl von überschüssiger Kieselsäure, und so lange ist auch der Talk selbst noch unreif und wandelbar. Dies ist vor allem der Fall bei dem Talkschiefer. Dieser, welcher in der Regel neben einem Kieselsäuregehalte von 51 bis 57 pCt., einem Magnesiagehalte von 28—30 pCt. und 6—7 Wasser, noch 4—6 pCt. Thonerde und 1—4 pCt. Eisenoxydul besitzt, kann durch Verwitterung so lange noch Eisenoxyd und Thon bilden, bis seine Normalmasse rein geworden ist; der reine Talk aber kann sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht weiter zersetzen.

Dieser ächte Talk nun zeigt sich am meisten theils in Verwachsung, theils in Mengung mit solchen Mineralien, welche gleich ihm Zersetzungs- oder Umwandlungsproducte von Granat, Augit und Hornblende sind, also mit Chlorit und Glimmer, mit Staurolith und Cyanit, mit Serpentin, körnigem Kalk und Dolomit, mit Apatit und Magneteisenerz, mit Quarz, ja auch mit Zinnerz und Fluorit.

In seiner geologischen Bedeutung steht er weit hinter seinen Verwandten, dem Chlorit und Magnesiaglimmer, zurück; denn abgesehen davon,

dass er hie und da — z. B. in den Alpen — nicht unbedeutende Ablagerungsmassen von Talkschiefer, (dessen Massen indessen aus dem eben angegebenen Grunde häufig nur den Namen von Talk tragen, in der That aber nichts weniger als Talk sind), bildet, tritt er in keiner anderen Felsart als wesentlicher Gemengtheil auf, nicht einmal in dem Protogin, dessen vermeintlicher Talk nichts weiter als Chlorit ist. Dagegen findet man ihn häufig in kleinen blättrigen Aggregaten als unwesentlichen Gemengtheil in glimmer-, chlorit- und hornblendehaltigen Gesteinen, sowie im Serpentin und Dolomit eingewachsen; oder auch in untergeordneten Lagern, welche dann oft den Sitz von Staurolith und Disthen, Strahlstein, Asbest und Granat bilden; oder endlich noch auf Erzlagern, namentlich von Magneteisenerz, Kupferkies und Bleiglanz.

Interessante Fundstätten des Talkes bietet namentlich der Grainer im Zillerthal (wo schöner apfelgrüner, silberglänzender Talk, mit wohlausgebildeten Apatitkrystallen auftritt), dann Sala und Fahlun in Schweden.

Nichts weiter als eine Abart des Talkes ist:

§. 120. 2) Der Speckstein.

[Synon.: Steatit; spanische, brianconer oder venetianische Kreide.]

§. 120a. Mineralogische Beschreibung: Scheinbar amorphe, aber unter der Loupe noch krystallinisch erscheinende, theils in Ueberzügen, theils in nieren-, knollen- oder kugelförmigen Körpern oder eingesprengten Körnern (und Blättchen) auftretende Massen oder auch Pseudomorphosen nach sehr verschiedenen Mineralien, so namentlich nach Augit, Hornblende, Magnesiaglimmer, Granat, Vesuvian, Staurolith, Turmalin, Spinell, Topas (Chiastolith, Andalusit, Orthoklas?), Skapolith, Quarz, Dolomit, Barytspath u. s. w. (Vgl. hierzu Blume Pseudom. S. 110. 114. 115. 129—137 und I. Nachtr. S. 67—76; III. Nachtr. S. 140.) — Mit unebenem und splitterigem Bruche; mild; sehr fettig anzufühlen, aber nicht an der Zunge klebend. — Härte = 1—1,5; spec. Gew. = 2,6—2,78. — Vorherrschend unrein gefärbt, namentlich graulich-, gelblich- oder röthlichweiss, oder auch grau, grün oder roth; äusserlich matt, im Ritze aber schimmernd bis glänzend; nur an den Kanten durchscheinend.

§. 120b. Chemisches Verhalten und Gehalt. Im Kölbchen Wasser ausschwitzend; vor dem Löthrohr sich so hart brennend, dass er Glas ritzt und funkt; dabei sich bisweilen zuerst schwärzend (von beigemischter organischer Substanz [?]), dann wieder weiss werdend. Mit Kobaltsolution blassroth werdend. — Durch Säuren nicht zersetzbar; jedoch soll ihn kochende Schwefelsäure angreifen.

Mit dem Specksteine ist es gerade so, wie mit dem Talke. Da auch er in den allermeisten Fällen als der letzte Rückstand ausgelaugter, Magnesia haltiger, Silicate, namentlich der Hornblende und des Augites, zu betrachten

ist, so erscheint er, wie der Talk, in der Regel mehr oder weniger verunreinigt durch die schwer auslaugbaren Bestandtheile seiner Muttterminerale, namentlich durch etwas Thonerde und Eisenoxydul. Im ganz reinen Zustande aber ist er nach Rammelsberg (a. a. O. S. 516) als eine Verbindung von einfach- und zweifach-kieselsaurer Magnesia, zu betrachten, welche in 100 Theilen 62,60 Kieselsäure, 32,52 Magnesia und 4,88 Wasser enthält und die Formel $3\dot{M}g^4\ddot{S}i^5 + 4\dot{H}$ beansprucht.

§. 120c. Associationen und geologische Bedeutung. Obgleich der Speckstein nirgends als wesentlicher Gemengtheil einer Felsart auftritt und auch für sich allein keine selbständigen Erdrindemassen von irgend einer Bedeutung zusammensetzt, so ist er doch als das letzte, nicht weiter veränderliche, Zersetzungsproduct aller Magnesia reichen Silicate von Interesse. In Folge dieser Abstammung findet er sich nun auch am meisten in der nächsten Umgebung aller derjenigen Mineralmassen, durch deren Auslaugung er entstehen kann, so namentlich der Augit, Hornblende, Magnesia und Chlorit haltigen Gesteine, sei es nun als Pseudomorphose nach diesen Mineralien, oder in Knöllchen und Körnern mit denselben gemengt oder auch wohl als Ueberzüge auf Klüften oder endlich auch als Einlagerungsmassen zwischen den Gesteinen derselben. Eins der interessantesten Vorkommnisse in dieser Art ist das Specksteinlager, welches auf der Grenze zwischen Glimmerschiefer und Granit bei Göpfersgrün, östlich von Wunsiedel im Fichtelgebirge, auftritt. Dasselbe lagert nach Nauck (Poggend. Annal. 75, S. 129) so mitten zwischen Thon-, Glimmerschiefer, Grünstein und Dolomit und „frisst denselben so allseitig an, dass das Ganze dem Laien als ein grossartiger Faulungsprocess erscheint, welcher das Gebirge allmählig ergriffen hat.“ Von ganz besonderem Interesse in diesem Specksteinlager sind die ganz vollendeten Afterkrystalle des Specksteines nach kleinen, vollständig ausgebildeten Bergkrystallen und Braunspathrhomboëdern.

Bemerkung: Die Mächtigkeit dieses Specksteinlagers wechselt sehr, hat aber bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 6 Fuss eine west-östliche Ausdehnung von etwa 280 Lachtern und einen Querschnitt von etwa 150 Lachtern.

Da nun der Speckstein auch Pseudomorphosen nach anderen Mineralien, welche kein Magnesiasilicat enthalten, so nach Topas auf Zinnsteingängen bei Ehrenfriedersdorf, nach Spinell im Fassathal oder nach Barytspath u. s. w., bildet, so ist mit Bischoff anzunehmen, dass der Speckstein in vielen Fällen, ähnlich dem Talk, durch Gewässer, welche Magnesiasilicat gelöst enthielten, gebildet worden ist. Höchst wahrscheinlich ist dies auch der Fall mit den — dem Feuersteine ganz ähnlichen — Specksteinknollen, welche bei Kittelsthal unweit Eisenach in einem Gypsstocke der Zechsteinformation auftreten und jedenfalls aus der Zersetzung des in der Nähe dieses Stockes lagernden Magnesiaglimmer- oder Dioritschiefers entstanden

sind (Vgl. oben die Beschreibung des Gypses (§. 63) und meiner Abhandlung in der geol. Zeitschrift. 1861. S. 260—176.).

Bemerkenswerth erscheint es indess, dass gar manche sogenannte Speckstein-Pseudomorphosen nicht aus Speckstein, sondern aus Kaolin bestehen und dass man darum nur mit Vorsicht von diesen Pseudomorphosen reden muss. Gewiss ist es, dass man namentlich solche aus Kaolin bestehende Afterkrystalle nach Feldspath und anderen Thonerdesilicaten für Specksteingebilde gehalten hat.

§. 121. 3) Serpentin.

[Von: Serpens, Schlange, sei es nun wegen seiner, mancher Schlangenhaut ähnlichen, Färbung oder weil man früher glaubte, dass er ein gutes Mittel gegen Schlangenbiss sei. Synom: Ophit (griech. Namen von Schlange), Chrysotil z. Th.; Pikrolith; Williamsit; Bowenit.]

§. 121a. Mineralogische Beschreibung: Vorherrschend derbe Massen mit (krystallinisch) körnigem, undeutlich faserigem oder dichtem Gefüge; ferner eingewachsene oder eingesprengte Trümmer, Platten und Adern; ferner nach Blum u. a. in Pseudomorphosen nach Spinell, Hornblende, Glimmer, Strahlstein, Diallag, Enstatit, Augit, Olivin, Granat, Pyrop, Magnesiaglimmer, Chondrotit, ja sogar auch nach Feldspath (in gut ausgebildeten Krystallen im Felsitporphyr zwischen Predazzo und Moena im Fassathal); endlich auch nach Haidinger in undeutlichen rhombischen Krystallen.

Scheerer hält selbst die Pseudomorphosen nach Olivin bei Snarum für wirkliche Krystalle. Aber Tamnau beschreibt (in Poggend. Annal. 42. S. 466.) Serpentinkrystalle von Armsdicke und 1½ Fuss Länge, welche genau mit denen des Olivins übereinstimmen und zum Theil sogar innen noch unzersetzten Olivin einschliessen (Poggend. Annal. 36. S. 370), und G. Roses Untersuchungen bestätigen diese Afterkrystallbildungen (Pogg. Annal. 82. S. 511).

Bemerkung: Der Chrysotil, welcher im Allgemeinen dieselbe chemische Zusammensetzung ($\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 2\dot{H}$) hat, wie der Serpentin, und parallelfaserige Platten auf Rissen und Spalten des letzteren bildet, ist vielleicht in der Krystallisirung begriffener Serpentin und steht zu dem letzteren in demselben Verhältnisse, wie der Asbest zur Hornblende. (Vgl. hierzu §. 111 3 S. 694.)

Der Bruch theils muschelig und glatt, theils uneben und splitterig, theils auch mit Anlage zum Faserigen. Milde bis etwas spröde. — Härte = 3—4; spec. Gew. = 2,5—2,7. — Vorherrschend unrein dunkelgrün bis schwarzgrün, auch gelblich, röthlich und bräunlich, aber immer unrein; oft gefleckt, gewölkt, geadert oder auch gestreift; im Ritze aber stets weiss-

lich und etwas glänzend; wenigglänzend bis matt; durchscheinend bis undurchsichtig. — Sehr wenig fettig anzufühlen.

§. 121b. Chemisches Verhalten und Bestand. — Im Kölbchen Wasser ausschwitzend und sich schwärzend. Vor dem Löthrohre auf der Kohle sich weiss brennend und nur sehr schwer an den dünnsten Kanten schmelzend; mit Phosphorsalz auf Eisen reagirend und ein Kieselskelett gebend; mit Kobaltsolution geglüht blassroth werdend, sobald er nicht zuviel Eisen enthält. — Durch Salzsäure und noch leichter durch Schwefelsäure unter Abscheidung von Kieselschleim vollkommen zersetzbar. Aber auch wohl in Kohlensäure haltigem Wasser etwas lösbar; denn wie wäre er sonst im Stande, so schöne Ausfüllungspseudomorphosen nach Feldspathkrystallen, wie die oben erwähnten, zu bilden?). Im Allgemeinen ist der Serpentin als ein Zweidrittel-Silicat von Magnesia (Eisenoxydul) mit 2 Atomen Wasser, welchem die Formel $\dot{M}g^3\dot{\dot{S}}i^2 + 2\dot{H}$ zusteht, zu betrachten, so dass er in 100 Theilen 44,14 Kieselsäure (2 Atome), 42,97 Magnesia (3 Atome) und 12,89 Wasser (2 Atome) enthält. In der Regel wird aber die Magnesia theilweise durch Eisenoxydul vertreten, dessen Menge gewöhnlich 2 pCt. beträgt, bisweilen aber auch bis zu 12 pCt. steigen kann. Bisweilen zeigen sich ausserdem noch Spuren von Thonerde, Chromoxyd und Nickeloxyd, ja öfters auch von Bitumen.

§. 120c. Abarten. Man unterscheidet namentlich:

1) den edlen Serpentin, welcher schwefelgelb-, öl-, spargel- bis lauchgrün, in seinen flachmuscheligen, glatten Bruche wachsartig schimmernd ist und gewöhnlich mit Kalkstein verwachsen erscheint;
2) den gemeinen Serpentin, welcher stets schmutzig grün in verschiedenen Nüancen bis zum fast grünschwarzen, häufig auch gefleckt und geadert vorkommt, einen unebenen, splitterigen, wenig oder nicht schimmernden Bruch hat und ganze Gebirgsmassen zusammensetzt.

§. 121d. Bildung, Associationen und geologische Bedeutung. Der Serpentin ist das richtige „todte Gebirge" der Alpenbewohner, da seine Felsmassen an ihrer Oberfläche in der Regel leer von Erdkrume, kahl von Vegetation sind. Nur der viel Eisenoxydul und auch Thonerde haltige zeigt auf seinen Klüften eine Anfangs violett, später blaugrün und zuletzt ockergelb gefärbte Verwitterungsrinde, welche aus einem Gemische von Eisenoxydhydrat und Thon besteht und oft auch Spuren von Magnesiacarbonat enthält. Eine weitere Umwandlung aber lässt der Serpentin auch nicht wahrnehmen, wenn er nicht etwa sehr viel Eisenkiese beigemengt enthält. Ist dies der Fall, dann wird durch die bei der Oxydation dieser Kiese frei werdende Schwefelsäure der Serpentin allmählig in Kieselsäure (Opal) und schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) zersetzt.

Wohl in den allermeisten Fällen ist der Serpentin, ähnlich dem Chlorit und Speckstein, theils der unlösliche Rückstand von ausgelaugten Magnesia-

und Eisenoxydul-Silicat haltigen Mineralien, so namentlich von Amphiboliten, Granaten und Olivin, theils das Umwandlungsproduct entweder von Magnesiacarbonaten, welche durch irgend einen Process Kieselsäure erhielten, so von Dolomit, oder von Silicaten, welche von löslichem Magnesiacarbonat durchdrungen und durch dessen Kohlensäure ihrer vorhandenen Basen beraubt wurden. Zu denjenigen Mineralien, welche bis jetzt als Mutterminerale des Serpentins bekannt geworden sind, in deren Körperformen daher auch der Serpentin auftritt, gehören namentlich folgende:

1) der Olivin, dessen Umwandlung in Serpentin schon oben bei der Beschreibung seiner Metamorphosen (§. 80) ausführlich betrachtet worden ist. — Rammelsberg theilt in seiner Mineralchemie (S. 531) Folgendes über diese Umwandlung mit. Nach Hefter besteht der innere harte Olivinkern der Serpentinpseudomorphosen von Snarum aus:

   41,93 Kieselsäure,
   53,28 Magnesia,
   2,02 Eisenoxydul,
   0,25 Manganoxydul,
   4,00 Wasser.

   Mit Zugrundelegung von Scheerer's Analyse der äusseren reinen Serpentinmasse dieser Pseudomorphosen berechnen sich diese Zahlen zu:

12,12	29,81	Kieselsäure,
13,16	40,02	Magnesia,
0,77	1,25	Eisenoxydul,
4,00	0,00	Wasser.
30,05 Serpentin.	71,08	Olivin.

   Hieraus ergiebt sich, dass die Umwandlung des Olivins in Serpentin durch Verlust von $\frac{1}{4}$ der Basis und durch Aufnahme von Wasser erfolgt:

   2 At. Olivin = $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}^4\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2$,
   1 At. Serpentin = $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}^3\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + 2\,\dot{\mathrm{H}}$.

2) Augit. Auch diese Umwandlung ist schon bei der Beschreibung dieses Minerales (§. 102) erwähnt worden.
3) Enstatit. }
4) Hypersthen. } Vgl. die Beschreibungen S. 659 und S. 665.
5) Diallag ist, wie schon S, 669 angegeben worden, ein sehr gewöhnliches Bildungsmittel des Serpentins. Dasselbe ist auch der Fall mit der
6) Magnesiahornblende (S. 682) und namentlich mit dem Strahlsteine (S. 694).

7) Nach Spinell kommen bei Warwick in New-York und
8) nach Glimmer bei Sommerville in New-York Pseudomorphosen von Serpentin vor. (Vgl. Blum I. Nachtrag S. 78 und 79.)
9) Chlorit zeigt am Thüringer Walde, wie oben schon (S. 721) erwähnt worden ist, Uebergänge in Serpentin.
10) Pyrop. Professor Sandberger hat mir Pyrope gezeigt, welche mit einer Schale von Serpentin umschlossen waren und deutlich den Uebergang in den letzteren zeigten. Und dass überhaupt Granate sich in Serpentin umwandeln können, ist schon bei der Beschreibung derselben (76) angedeutet worden.

Indessen nicht blos einzelne Krystalle, sondern ganze Felsmassen, welche die ebengenannten Mutterminerale des Serpentines in grosser Menge enthalten, zeigen Umwandlungen in den letzteren. So ist es vom Gabbro bekannt, dass er vielfache Uebergänge in Serpentin zeigt, z. B. bei Volpersdorf in Schlesien. Ferner lässt der Enstatitfels des Radauthales am Harze sehr deutliche Uebergänge dieser Art wahrnehmen. Ferner zeigt Sandberger in seiner schon beim Olivin erwähnten wichtigen Abhandlung zur Genüge, dass alle Serpentine, welche Pyrop, Bronzit, Chromdiopsid und Picotit enthalten, aus Olivingestein entstanden sein müssen, da nur in diesem jene Minerale primitiv vorkommen und rechnet dann zu diesen Olivinserpentinen z. B. den von Zöblitz in Sachsen, den Bronzit und Olivinknollen führenden Serpentin vom Peterlestein bei Kupferberg und den Serpentin von Gurhof bei Aggsbach in Oesterreich. — Ebenso erwähnt aber auch derselbe Gewährsmann in seiner geolog. Uebersicht von Nassau (S. 65) die Entstehung des Serpentins aus Diorit und giebt dann in seinen „nachträglichen Bemerkungen zum Olivinfels“ (S. 176) an, dass Ausscheidungen von nickelhaltigem Magnetkies fast charakteristisch seien für die aus Hornblendegesteinen oder Diabas entstandenen Serpentine. — Dass aber auch Dolomit und Chloritschiefer Uebergänge in Serpentin wahrnehmen lassen, zeigt der erstere unter anderem bei Rothzechau in Schlesien, wo ein im krystallinischen Schiefergebirge auftretender Dolomit von Serpentintrümmern durchsetzt wird (vgl. oben beim Dolomit §. 66c), und der Chloritschiefer bei Greifendorf (vgl. oben S. 721). An diesem letztgenannten Orte sieht man endlich auch Uebergänge des Granulites und Eklogites in Serpentin, wozu theils die Hornblende und der Granat, theils der Glimmer und Chlorit die Veranlassung geben. Die erstere dieser beiden Felsarten wird in den oberen Lagen grünlichgrau bis lichtgrün, verliert ihre Härte und ihr krystallinisches Gefüge und geht allmählig in einen sehr weichen Serpentin über; im Eklogit dagegen nimmt die Hornblende den Charakter des Serpentins an, während der Granat unverändert

bleibt oder sich mit einer Chloritrinde überzieht. (Vgl. Müller im Jahrb. der Miner. 1846. S. 237 ff.)

Die eben mitgetheilten Beispiele werden wohl hinreichen, um zu zeigen, dass der Serpentin in der That wohl meistens ein Umwandlungsproduct vorzüglich von Magnesiasilicat haltigen Mineralien ist, welches dadurch entsteht, dass diese Mineralien ihrer übrigen Basen beraubt und mit Wasser versehen werden.

Dieser seiner Abstammung gemäss muss nun auch der Serpentin vorherrschend mit Magnesiasilicat oder auch wohl Magnesiacarbonat haltigen mineralien und deren übrigen Zersetzungs- oder Umwandlungsmineralien, sowie auch mit den anderen Associationsgenossen dieser seiner Muttterminerale verbunden vorkommen. Dies ist auch in der That der Fall, denn man bemerkt:

einerseits seine Massen vorherrschend im Gebiete der

Glimmer-, Talk-, und Chlorit reichen Felsarten,
Hornblendegesteine,
Augitgesteine und zwar namentlich des Gabbro,
Enstatitfels,
Eklogitfels,
Hypersthenfels,
Diabases,
des Olivinfelses,
des Dolomites und körnigen Kalksteines;
und unter allen diesen Felsarten am meisten im Verbande mit
Gabbro, Eklogit, Diabas, Olivinfels, Chlorit- und Talkschiefer oder auch mit körnigem Kalke.

andererseits eingewachsen in seinen Massen von:

seinen Mutterminerialien:
Olivin,
Granat,
Pyrop,
Strahlstein,
Tremolit,
Asbest,
Diallag,
Bronzit,
Schillerspath,
Chlorit,
Talk,
(Spinell),
Magnesiaglimmer,
vor allen aber unter den ebengenannten:
Pyrop, Diallag, Bronzit, Asbest.

den Zersetzungsproducten seiner Mutterminerale:
Bitterspath,
Dolomitspath,
Kalkspath,
Flussspath,
Magneteisenerz,
Talk,
Quarz.
Unter diesen am meisten:
Bitterspath und Magneteisenerz.

Zu diesen Associationen gesellen sich nun noch vor allen das Chromeisenerz, der Eisen-, Arsenikal- und Kupferkies.

Bemerkung: Vgl. hierzu meine: Classification der Felsarten S. 143 u. ff.; auch G. Bischof's chem. Geologie Bd. II. S. 1466—1497.

Der Serpentin bildet zwar in keiner bis jetzt bekannt gewordenen gemengten Felsart einen wesentlichen Bestandtheil, wenn man von dem, aus Enstatit und Serpentin gemengten, Serpentinfels des Harzes absieht. Wohl aber tritt er für sich allein in den verschiedensten Formationen der Erdrinde vom Gneisse an bis zum Macigno der Eocänformation in grösseren

und kleineren Lagerstöcken auf. In dieser Weise bildet er im Gebiete z. B.

des Gneisses das an Chromeisenerz und Arsenkies reiche und viel Chrysopras haltige Zobten- und Frankensteiner Gebirge in Schlesien;

des Glimmerschiefers mächtige Zwischenlager am M. Rosa und die Riesenpyramide des Matterhornes in den penninischen Alpen;

des Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefers die granatreichen Lagerstöcke bei Miask am Ural und den an Magnesiamineralien reichen Grainer am Zillerthale;

des Granulites nicht weniger als 48, an Granaten, Strahlstein, Chlorit u. s. w. reiche, Einlagerungen;

des Thonschiefers die bedeutenden Ablagerungen am Brennkogel in den Salzburger Alpen, im Fichtelgebirge, in Schlesien bei Schweidnitz, in Cornwall, wo er gediegen Kupfer enthält;

der Alberese- und Macignoformation Italiens zahlreiche, zum Theile mächtige Stöcke, welche die Schiefer und Kalksteine dieser Formation durchbrochen zu haben scheinen.

IIIa. Phosphate.

§. 122. Allgemeiner Charakter: Verbindungen der basischen Oxyde, namentlich der Alkalien, alkalischen Erden, eigentlichen Erden und der Eisenoxyde, mit Phosphorsäure, welche in rhombischen und hexagonalen, seltener in monoklinischen oder gar in tetragonalen, Gestalten, namentlich in kurzen säulenförmigen Prismen; in strahlig nadeligen Gruppen oder auch in derben, faserigen, dichten und amorphen, bisweilen stalaktitischen, Massen auftreten und sich, — mit einigen seltenen Ausnahmen —, alle theils vor theils erst nach dem Glühen in Salpeter- oder auch in Salzsäure, ja oft auch in Schwefelsäure (und dann bisweilen unter Entwickelung von Fluorwasserstoff) lösen und zersetzen lassen; dagegen in reinem Wasser unlöslich, in Kohlensäurewasser jedoch häufig und zwar ohne sich zu zersetzen, löslich sind.

Vor dem Löthrohre färbt ihr Pulver, zumal wenn man es vorher mit etwas Schwefelsäure befeuchtet hat, die Spitze der äusseren Flamme bläulich grün. — Wasserhaltige Phosphate zeigen diese Reaction erst dann deutlich, wenn sie vorher geglüht worden sind. Am besten tritt die Reaction hervor, wenn man das mit Schwefelsäure befeuchtete Phosphatpulver in das Oehr eines Platindrahtes drückt und dann in die Spitze der äusseren Flamme hält.

In ihren Lösungen geben alle Phosphate mit Barytwasser einen weissen, in Salz- oder Salpetersäure ohne Aufbrausen wieder löslichen und mit

molybdänsaurem Ammoniak oder mit Silberlösung einen schön gelben Niederschlag. Ebenso erzeugt Salmiak, Ammoniak und Bittersalz in denselben einen weissen Niederschlag, wenn sie neutral waren; in sauren Lösungen dagegen entsteht durch Eisenchlorid und essigsaures Natron ein solcher Niederschlag. — Eiweisslösung dagegen bringt in der Lösung der in der Natur vorkommenden Phosphate in der Regel keinen Niederschlag hervor, ein Beweis, dass sie gemeine Phosphorsäure enthalten; wenn man sie aber vor ihrer Auflösung in Säuren erst glüht, dann kommt es vor, dass in diesen Lösungen Eiweiss sowohl, wie Silberlösung einen weissen Niederschlag erzeugt, was auf Pyrophosphorsäure deuten würde. Ist nun diese letztere erst durch das Glühen der Phosphate entstanden, oder sind die erst nach dem Glühen in Säuren löslich werdenden Phosphate schon von Natur pyrophosphorsaure Salze?

Unter den in der Erdrinde auftretenden Phosphaten sind für die Zusammensetzungsmassen der ersteren am wichtigsten: der Apatit oder phosphorsaure Kalk und der Vivianit oder das phosphorsaure Eisenoxydul-(oxyd).

§. 123. Apatit.

[Vom griech. απατάω, „täuschen", weil der von Werner untersuchte Ehrenfriedersdorfer Apatit lange mit Schörl, Beryll, Chrysolith u. s. w. verwechselt wurde. — Synom. Phosphorit, Spargelstein; Rhomboëdrischer Fluss-Haloid nach Mohs; phosphorsaurer Kalk nach v. Leonh.; — Apatite nach Beud., Phill. und Dana; — Chaux phosphatée nach Dufrénoy.]

§. 123a. 1. Körperformen. Meist kurze, oft dicke tafelförmige, senkrecht gestreifte, sechsseitige (oder durch Abstumpfung ihrer Seitenkanten zwölfseitige) Säulen, welche theils oben und unten in eine 6- (oder auch 12-) seitige Pyramide ausgehen (also: ∞ P.P), theils durch starke Abstumpfung der Pyramidenecke in einer 6seitigen Tafel (oP) endigen, so dass die ursprünglichen Pyramidenflächen nur noch als schmale Abstumpfungsflächen der Säule erscheinen (also ∞ P.oP.P); ferner auch dicktafelförmige, hexagonale Säulen, welche durch Abstumpfung ihrer sämmtlichen Kanten und Ecken äusserst zahlreiche und verschiedenartige Flächen zeigen, wie man dies namentlich an den Apatitkrystallen des St. Gotthards bemerken kann. Die Krystalle erscheinen entweder ein- oder aufgewachsen, oft auch zu Drusen verbunden; bisweilen sind sie aber auch zu Durchkreuzungszwillingen verbunden oder auch parallel ihrer Hauptaxen so aneinander gewachsen, dass sie kammkörnige oder auch büschel- oder parallelstängliche Aggregate bilden, was zumal dann der Fall ist, wenn sie lang und nadelförmig sind. Oft verbinden sich dann auch grosse Mengen dieser stänglichen oder faserigen Aggregate mit einander zu weit ausgedehnten derben Massen, wie

man am Phosphorit bemerkt. Ferner bildet der Apatit auch derbe Massen mit dichtem oder porösem Gefüge von oft bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung. Ausserdem findet man ihn auch in stalaktitischen, nieren- oder traubenförmigen Aggregaten, welche häufig ein strahlig faseriges Gefüge haben, oder auch in sinterartigen Ueberzügen auf anderen Gesteinen. Interessant sind in dieser Beziehung die stalaktitischen Massen, welche nach Darwin in Ascension auf dem, in der nächsten Umgebung von Guanolagern auftretendem, Basalte sitzen. Ebenso interessant sind aber auch die wurmförmigen Apatitstalaktitenröhren, welche nach Glückselig (Zeitschr. der geol. Gesellsch. 1864, S. 136—145) bei Schlaggenwald vorkommen und oft mit Fluorit ausgefüllt sind. — Endlich umschliesst der Apatit mit seinen Krystallen andere Mineralien, z. B. Turmalin, Wolframit, Chlorit, Calcit und Fluorit, ohne jedoch eigentliche Pseudomorphosen nach Mineralien zu bilden; ja er tritt auch geradezu als Bindemittel von Breccien auf, so bei Staffel in dem nassauischen Amte Limburg.

2) Physicalische Eigenschaften. Die Spaltbarkeit unvollkommen, am deutlichsten noch in der Richtung der Prismenflächen; die Bruchfläche muschelig bis uneben; die Cohärenz spröde; die Härte = 4,5—5; spec. Gew. = 3,13—3,24. Selten farblos, vorherrschend gelblich- oder bläulichgrün (spargelgrün), aber auch bläulich, violett, roth, gelbbraun oder grau bis weiss; der Glanz auf den Krystallflächen glasig, auf den Spalt- und Bruchflächen aber ölig; durchsichtig bis undurchsichtig. Im Ritze weiss.

3) Chemisches Verhalten. Der Apatit schmilzt für sich allein vor dem Löthrohre nur in sehr dünnen Blättchen oder Splittern zu einem farblosen durchscheinenden Glase; mit Phosphorsalz gesättigt schmilzt er zu einer milchweissen Kugel; mit Borax aber giebt er ein anfangs klares, dann milchweiss geflattertes Glas. Mit Soda erhitzt schwillt er unter Brausen auf. Im Glaskölbchen erhitzt häufig etwas Wasser ausschwitzend und mit geschmolzenem und gepulvertem Phosphorsalz in einer offenen Glasröhre erhitzt meistens das Glas ätzend und ein über diese gehaltenes, angefeuchtetes, Fernambukpapier gelb färbend (also Fluor zeigend). Ebenso oft mit einer, vorher mit Phosphorsalz in der Oxydflamme geschmolzenen, Kupferoxydperle am Platindrahte in der Reductionsflamme erhitzt eine schönblaue Flammenzone bildend (also dann Chlor enthaltend). Mit Schwefelsäure befeuchtet die Löthrohrflamme grünlich färbend (also auf Phosphorsäure reagirend). Aber mit Schwefelsäure in einer Schale erwärmt Gyps gebend und dabei oft auch darüber gehaltenes Glas matt machend und anätzend (wenn Fluor vorhanden). Durch Salz- und Salpetersäure leicht löslich und in der Lösung mit den oben angegebenen Reagentien die Reaction auf Phosphorsäure zeigend, sowie mit oxalsaurem Ammoniak auf Kalkerde reagirend. — Nach meinen Versuchen auch in Kohlensäurewasser und in huminsauren Alkalien, namentlich in humin-

saurem Ammoniak, sich ziemlich schnell und stark, und zwar unzersetzt, lösend und dann bei Anwendung von Kohlensäurewasser sich auch wieder unzersetzt ausscheidend, dagegen bei Anwendung von huminsaurem Ammoniak sich in Kalkcarbonat umwandelnd, sobald dieses letztere durch Oxydation seiner Huminsäure zu Ammoniakcarbonat geworden ist. (Im Uebrigen vergleiche hierzu „die Umwandlungen des Apatites" S. 740.) Nach Forchhammer endlich auch in geschmolzenem Kochsalze lösbar.

4) Chemischer Gehalt. Im ganz reinen Zustande erscheint der Apatit als eine Verbindung von 3 Atomen drittelphosphorsaurem Kalk und 1 Atom Chlor- oder Fluorcalcium, wonach man zwei isomorphe Grundverbindungen des Apatites zu unterscheiden hat, nemlich:

1) einen Chlorapatit $= \mathrm{Ca\,Cl} + 3\,\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{P}}$,

2) einen Fluorapatit $= \mathrm{Ca\,Fl} + 3\,\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{P}}$.

Die erstere dieser beiden Abarten enthält nach diesen Formeln 6,81 Chlor, 40,92 Phosphorsäure und 53,81 Kalk; der Fluorapatit dagegen besitzt 3,77 Fluor, 42,26 Phosphorsäure und 55,56 Kalk. Demgemäss besitzt:

der Chlorapatit 10,65 Cl Ca und 89,35 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{P}}$ und

der Fluorapatit 7,74 Fl Ca und 92,26 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{P}}$.

Hierbei ist indessen zu bemerken, dass die Chlorapatite in der Regel auch etwas Fluor enthalten, während die Fluorapatite oft auch chlorfrei sind. Ausser Chlor und Fluor kommen in manchen Apatiten auch kleine Mengen von Magnesia (nach Bischof) und von Thonerde, Yttererde und Eisenoxyd (so nach Weber im Apatit von Snarum) vor. Endlich hat man in dem sogenannten Pseudo-Apatit, — einem in Zersetzung begriffenen Apatit von der Grube Kurprinz bei Freiberg — und in dem Phosphorit von Staffel im Nassauischen neben dem Kalkphosphat auch etwas Thonerdephosphat, Kalksulfat und Kalkcarbonat, sowie in dem sogenannten Hydroapatit der Pyrenäen nach Damour über 5 pCt. ammoniakalisches Wasser gefunden.

4) Abarten des Apatites. Je nach seinen Körpergestaltungen, Färbungen und Beimengungen hat man vom Apatite unterschieden:

a. Mehr oder weniger reine Apatite (ächte Apatite).

1) Krystallisirte Apatite, unter denen die gelb- oder spargelgrüne Abart Spargelstein, und die dunkelblaulichgrüne Moroxit genannt worden ist. Einfacher und wissenschaftlich bestimmter ist in dieser Beziehung die Unterscheidung in Fluorapatite und Chlorapatite, wie oben schon angegeben worden ist.

2) Derbe Apatite, zu denen unter anderen mancher Phosphorit gehört. Derselbe besitzt ein bald mehr körniges oder dichtes, bald — und zwar vorherrschend — ein faseriges Gefüge, ist graulich-, gelblich-, röthlichweiss, auch grau oder braun, matt oder

nur wenig schimmernd und gehört vorherrschend zu den, durch etwas Eisenoxyd verunreinigten, Fluorapatiten. (Siehe unter b, die unreinen Apatite.)

b. Durch Beimengungen von Thon, Kalkcarbonat, Eisenoxyd u. s. w. verunreinigte, unächte Apatite (Phosphorite).

1) Zu den Phosphoriten gehört: zunächst der Osteolith, ein Chlor und Fluor freier Apatit, welcher erdig, weiss ist, ein spec. Gewicht = 2,8 — 3,08 besitzt und aus drittelphosphorsaurem Kalk $(= \dot{C}a^3 \dddot{P})$, also aus 45,81 $\dddot{P}$ und 54,19 $\dot{C}a$, besteht, gewöhnlich aber auch etwas Magnesia (0,5 — 2,7), Thonerde, Eisenoxyd, Kieselsäure (4—8,5) und Wasser (1—3 pCt.) beigemischt enthält. Er bildet Nester, kleine Lager und Spaltausfüllungen im Gebiete der Basalte, Dolerite, Phonolithe und Trachyte und ist wahrscheinlich aus der Zersetzung dieser Felsarten entstanden.

2) Ferner muss auch das von Stein als Staffelit (von Staffel im Nassauischen) aufgeführte Mineral, welches den eigentlichen Phosphorit am genannten Orte in schönen, grünen, stalaktitischen Ueberzügen bedeckt, eine Härte = 4, ein spec. Gewicht = 3,1284 hat und aus 85,10 basisch phosphorsaurem Kalk, 0,07 phosphorsaurem Eisenoxyd, 0,06 phosphorsaurer Thonerde, 7,25 kohlensaurem Kalk, 6,26 Fluorcalium und 1,40 Wasser besteht, vorerst noch zu den unreinen Apatiten gerechnet werden (vgl. Stein: „Ueber das Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in der Lahn- und Dillgegend etc." in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde in Nassau, XIX. und XX. S. 41—86).

3) Endlich gehört auch wohl der von Gümpel (in den Sitzungsbericht der k. Akad. in München 1864 Bd. II. S. 325 und Bd. IV. 1867. S. 147 u. f.) beschriebene thonige Knollenphosphorit, welches aus 22,92 Phosphorsäure, 1,62 Schwefelsäure, 0,03 Chlor, 2,92 Fluor, 11,64 Kohlensäure, 44,22 Kalkerde, 0,77 Magnesia, 4,85 Eisenoxyd, 0,86 Eisenoxydul und 9,97 unlöslicher Substanz besteht und demnach ein mit Thon, Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulcarbonat verunreinigter Fluorapatit zu sein scheint, hierher. Derselbe bildet unregelmässig-länglichrunde Concretionen, welche lagenweise in den Mergelschichten und Thonablagerungen der Jura- und Kreideformation auftreten.

§. 123b. 5) Umwandlungen des Apatites. Wie schon oben bei dem chemischen Verhalten des Apatites angedeutet worden ist, so löst sich derselbe sowohl in Kohlensäure, wie auch in, huminsaures Ammoniak haltigem, Wasser auf. In Beziehung auf dieses Verhalten hat G. Bischof (nach seiner chemischen Geologie I. Bd. S. 722) vielfache Ver-

suche angestellt, denen zu Folge 1 Theil gepulverten Apatites bei ruhigem Stehen 393,000 Theile, bei starkem Schütteln nur 96,570 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers zu seiner Lösung brauchte. Ich habe dieselben Versuche angestellt und als allgemeine Resultate gefunden:

1) dass wasserhaltiger Apatit (Phosphorit) zwar weniger kohlensaures Wasser zur Lösung braucht, als wasserloser, aber immerhin wenigstens 100,000 Theile desselben bedarf (von Sodawasser ziemlich genau 168,000 Theile);
2) dass fluorhaltiger Apatit um so leichter von kohlensaurem Wasser angegriffen wird, je mehr Fluor vorhanden;
3) dass stets das Fluorcalcium zuerst durch das kohlensaure Wasser aus der Apatitmasse ausgelaugt wurde, so dass zuletzt fast reiner phosphorsaurer Kalk übrig blieb;
4) dass alsdann der so ausgelaugte Apatit sich in weit geringeren Mengen kohlensauren Wassers löste. (Nach meinem Versuche brauchte der so vom Fluorcalcium gereinigte Apatit nur noch im Mittel 5500 Theile kohlensauren Wassers; indessen bedarf diese letzte Angabe noch weiterer Versuche, da das Abfiltriren der noch ungelösten Apatitmasse ungenau war).

In Beziehung auf die Wirkungsweise des huminsauren Ammoniakes — welche ich dadurch erhielt, dass ich eine huminreiche Erde (sogenannte Dammerde, wie sie sich bei der vollständigen Verwesung von Pflanzenblättern bildet) mit Aetzammoniak 35 Minuten lang digerirte und dann abfiltrirte —, habe ich folgende Erfahrung gemacht:

> Von 100 Gran gepulverten frischen Phosphorites lösten sich in 1 Pfund huminsaurer Ammoniaklösung bei 12° R. in 24 Stunden 18 Gran, in 36 Stunden 22 Gran. Später löste sich nichts weiter. Als nun die abfiltrirte Lösung in einem flachen Napfe acht Tage lang unter öfterem Umrühren an einem kühlen Orte der Luft ausgesetzt wurde, entstand ein weisser Niederschlag. Abfiltrirt brauste derselbe stark mit Salzsäure auf und bestand nach weiterer Untersuchung nur aus Kalkcarbonat. Die abfiltrirte, nur noch etwas blassbräunliche, Lösung dagegen zeigte keine Spur von Apatit mehr und bestand nur aus phosphorsaurem Ammoniak und etwas Chlor(?)

Nach diesem Versuche vermag also das huminsaure Ammoniak, — wie es überall sich in der Natur, namentlich aus stickstoffhaltigen Verwesungsmassen, z. B. aus dem thierischen Leim oder Fibrin der Knochen, entwickelt —, den Apatit zwar weit stärker aufzulösen als das kohlensaure Wasser, aber es zersetzt ihn auch, sobald sich seine Huminsäure in Kohlensäure umgewandelt hat, indem sich

> das Ammoniak mit der Phosphorsäure des Apatites zu phosphorsaurem Ammoniak verbindet und dafür dem freigewordenen Kalke seine

ebenerst entstandene Kohlensäure giebt, so dass aus dem Apatite kohlensaurer Kalk wird.

Bemerkungen: 1) Ganz dieselben Resultate erhält man, wenn man Phosphorit mit huminsaurem Kali oder Natron behandelt: es entsteht dann einerseits Kali- oder Natronphosphat und andererseits Kalkcarbonat.

2) Auf die eben angegebene Zersetzungsweise des Kalkphosphates durch huminsaures Ammoniak gründet sich auch die Düngkraft der Knochen, welche in ihrer Zusammensetzung dem Apatite nahe verwandt sind und bekanntlich nach den Erfahrungen des Landwirthes weit schneller sich zersetzen und „weit besser düngen," wenn sie „ungebrannt und frisch" (also noch mit thierischem Leim versehen) dem Boden einverleibt werden, als wenn man sie vorher durch Brennen von ihrem Leime befreite. „Weiss gebrannte Knochen thun nur dann bald und in vollem Maasse ihre Pflicht, wenn sie mit flüssigem Dünger (also mit huminsauren Alkalien) untermischt angewendet werden" —; so lautete der Ausspruch eines erfahrenen und denkenden Landwirthes.

Aber nicht blos huminsaure, sondern selbst schon alle kohlensauren Alkalien wandeln den Apatit in Kalkcarbonat um, sobald sie in Lösungen längere Zeit mit ihm in Berührung bleiben.

Endlich wird auch der Apatit zersetzt, sobald er mit Lösungen von Sulfaten der Schwermetalloxyde, so namentlich mit Eisen- oder Kupfervitriol in Berührung kommt, so dass einerseits aus dem Apatit Gyps oder Kalksulfat und andererseits Schwermetallphosphate — z. B. phosphorsaures Eisenoxydul u. s. w. — entstehen. Bei der nächstfolgenden Beschreibung des Vivianites wird hiervon mehr die Rede sein.

Nach allem eben Mitgetheilten wird demnach der Apatit vorzüglich:

1) durch kohlensaure Alkalien in Kalkcarbonat,

2) durch schwefelsaure Schwermetalloxyde in Kalksulfat

umgewandelt. Es fragt sich nun aber, wo kommt bei allen diesen Umwandlungen das Fluorcalcium des Apatites hin? Nach dem, was schon bei der Beschreibung des Fluorites mitgetheilt worden ist, erscheint das Fluorcalcium nicht blos in kohlensaurem, sondern auch schon in reinem Wasser ziemlich leicht löslich und — in allen Fällen weit löslicher als der Apatit. Wenn daher Wasser mit dem letzteren in Verbindung tritt, so wird das Fluorcalcium stets eher aus der Apatitmasse ausgelaugt (wie mir auch meine oben genannten Versuche gelehrt haben), als diese letztere selbst von dem kohlensauren Wasser angegriffen wird. Das so ausgelaugte Fluorcalcium wird nun entweder aus dem Bereiche des angeätzten Apatites weggefluthet, oder es setzt sich bei baldigem Verluste seines Lösungswassers an seiner noch übrigen Mutterapatitmasse oder auch in deren Umgebung wieder ab. Wenigstens spricht für diese Ansicht die überall vorkommende Association des Apatites mit Fluorit, so unter anderen die oben schon erwähnte Fluoritausfüllung in den stalaktitischen Apatitröhren von Schlaggenwalde

und die ebendaselbst vorkommende Umhüllung von Apatitnadelbündeln mit Fluorit.

Soviel über die Umwandlungen des Apatites. Leider sind die angegebenen zum Theile nur Resultate von künstlichen Versuchen; ob diese nun auch in der Natur überall so vorkommen, wie sie eben geschildert worden sind, das ist wohl wahrscheinlich, aber die Erfahrung muss es erst bestätigen. Mir selbst sind aus der Natur nur diejenigen Umwandlungen bekannt geworden, welche durch Lösungen von Alkalicarbonaten oder von Schwermetallsulfaten am Apatite hervorgebracht worden.

§. 123c. Geologische Bedeutung, Vorkommen, Associationen und Bildung. Der Apatit bildet zwar, soviel bis jetzt bekannt ist, nirgends den wesentlichen Gemengtheil einer gemengten krystallinischen Felsart, trotzdem aber hat er einen weiten Verbreitungskreis, indem er nicht nur in sehr vielen Felsarten eingewachsen erscheint und wenigstens einen scheinbar unwesentlichen Bestandtheil desselben bildet, sondern auch häufig auf Gängen auftritt und für sich allein gar nicht selten beträchtliche Lagermassen zusammengesetzt.

a. Eingewachsen in mehr oder minder grossen Mengen hat man ihn gefunden im Granite der Alpen und des Odenwaldes, im Gneisse der Alpen, des Odenwaldes und Canadas, im Glimmerschiefer der Gotthardalpen, Tyrols und Norwegens, im Chlorit- und Talkschiefer des Zillerthales in Tyrol, in Turmalingesteinen ebendaselbst, in Hornblendegesteinen Norwegens und Nassau's, im körnigen Kalke, namentlich Canada's, wo er bei Ross in Gemeinschaft mit Fluorit und Spinell Nester zusammensetzt, und anderen vielen Orten; im Dolerit und Basalt vieler Orte, z. B. der Rhön und des Vogelsbergs (und ehemals auch der Pflasterkaute bei Eisenach), im Phonolithe der Rhön, im Trachyt und Trass des Laacher See's, im Bimsteine ebendaselbst, in Nephelin- und Lavengesteinen des Vesuvs und anderer Vulcane.

Bemerkung. Es sind in dem vorstehenden Verzeichnisse nur die wichtigsten Wohnsitze des Apatites genannt worden, soweit ich sie bisjetzt kennen gelernt habe. Sicher aber ist er noch weiter, sowohl in verschiedenen Felsarten, wie auch in verschiedenen Ländergebieten zu finhen. Ja, wenn man bedenkt, dass der phosphorsaure Kalk ein Hauptnahrungsmittel der bei weitem meisten Pflanzen und hauptsächlich der kätzchenblüthigen Baumarten, der Schoten- und Hülsenfrüchte, sowie des Grases ist, so muss man nothgedrungen annehmen, dass in allen denjenigen Felsarten, auf deren Boden alle die ebengenannten Pflanzenfamilien seit Jahrtausenden üppig gedeihen, Apatit oder wenigstens Kalkphosphat vorhanden ist.

b. In grösseren Mengen zeigt sich der Apatit auf Gängen.

1) Im Gebiete des Granites und Gneisses am St. Gotthard. So kommen nach Kenngott („Die Minerale der Schweiz“ S. 350 bis 362) auf Klüften im Topfstein (Lavezstein) des Ursernthales

körnige Gemenge von Dolomit, Magnesit und grünem Talk, in welchem grüne Apatite eingewachsen liegen, vor. Ebenso erscheinen am Sella, Lucendro und Fibia im Gneisse viel Drusenräume, in welchen schöne, flächenreiche Apatitkrystalle in der Gesellschaft von Quarzkrystallen, Albit oder Periklin, Adular, Muscovit, bisweilen auch von Desmin, Pyrit, Epidot und Chlorit auftreten. Im Maggiathale des Kanton Tessins zeigt sich der Apatit auf Chlorit- und Glimmerschiefer in Gesellschaft von Periklin, Titanit, Byssolith und auch von Turmalin, den man sogar als Einschluss im Apatit beobachtet hat.

Im Granit-Gneiss-(Greisen-)Gebiete bei Schlaggenwalde erscheint der Apatit auf den Zinnerzlagerstätten in Begleitung von Fluorit, Topas, Desmin, Steinmark, Zinnstein und Wolframit. In der Regel sitzen dann die Apatitkrystalle auf Quarz, selten auf Zinnstein, und erscheinen oft ganz umhüllt von Steinmark. (Vgl. Glückselig in der Zeitschrift der geologischen Gesellschaft XVI. Bd. S. 136 u. f.)

2) Im Gebiete des Glimmerschiefers von Ehrenfriedersdorf in Sachsen erscheint nach Breithaupt's Paragenesis (S. 142) der Apatit ebenfalls auf Zinnerzgängen und zwar auch wieder in Gesellschaft von Quarz, Zinnerz, Wolframit, Fluorit und Steinmark. Er sitzt dann in der Regel über den Quarz, Zinnerz und Wolframit und hat den Fluorit und das Steinmark zur Decke.

3) Auf Gängen von Hornblende im Hornblendeschiefer von Kragerö in Norwegen erscheint nach Ferd. Römer („Bericht über eine geol. Reise nach Norwegen 1859" in der Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XI. Bd. S. 582 u. f.) der Apatit nesterweise in rothen Krystallen und in Untermengung mit prächtig excentrisch-strahliger dunkelgrüner Hornblende und auch mit schön ausgebildeten Titaneisenkrystallen und faustgrossen Rutilmassen.

c. In oft mächtiger Entwickelung zeigt sich der Apatit auf Lagern. So finden sich (nach Sterry Hunt: „Geological Survey of Canada. S. 460—461) in dem Gneisse Canadas untergeordnete Lager von körnigem Kalke, in dessen Masse grüne und blaue Apatitkrystalle oft in so grosser Menge auftreten, dass einzelne Lagen fast nur aus reinem Apatit bestehen. Ja in den Umgebungen von Elmsley und Burgess bildet der letztere allein gradezu ein gegen 10 Fuss mächtiges Lager, von welchem 3 Fuss fast nur aus krystallinischem, meergrünen Apatit mit geringen Beimengungen von schwarzem Glimmer bestehen. In den übrigen Lagen zeigt sich der an Menge vorherrschende Apatit mit körnigem Kalke gemengt und dann bisweilen in, über 1 Fuss langen und bis zu 4 Zoll dicken, an den Ecken und

Kanten meist abgerundeten, Krystallen. Seine gewöhnlichen Begleiter sind auch hier, wie anders, grosse Augitkrystalle und Blätter von Phlogopit (d. i. Magnesiaglimmer). — Bei Arendal in Norwegen findet er sich nicht blos in Krystallen auf den Magneteisensteinlagern, sondern bildet auch für sich allein derbe Lagermassen von bedeutendem Umfange. Dasselbe ist auch in Grönland der Fall. — Auch in Deutschland setzt namentlich der Phosphorit hie und da bedeutende Lagermassen zusammen, z. B. bei Diez im Nassauischen. Der thonige Knollenphosphorit Gymbels ferner bildet weit verbreitete Knollenlager in den mergeligen Thonen der fränkischen (z. B. am Zogenreuther Berg bei Auerbach in der Oberpfalz), würtembergischen, badischen, allgäuer Juraformation[1], sowie im Wesergebirge und zu beiden Seiten des Teutoburger Waldes. — Endlich setzt der faserige Apatit in Untermengung mit blättrigem und mit Quarz zu Logrosa unweit Truxillo in Estremadura so bedeutende Lagermassen zusammen, dass man ihn — (nach Hausmanns Mineralogie S. 1059) — als Baustein benutzt hat.

Die eben gegebenen Andeutungen über das Vorkommen des Apatites, welche indessen nur mehrere der wichtigsten Fälle anführen, zeigen hinlänglich, dass der Apatit mit den verschiedenartigsten Mineralgemengen im Verbande steht, dass aber trotzdem in allen diesen verschiedenartigen Verbindungen immer bestimmte Mineralarten sind, denen er sich vorzugsweise angeschlossen zeigt, wie im Folgenden bewiesen werden soll.

1) Der Apatit zeigt sich eingewachsen vorherrschend in Felsarten, welche Magnesiaglimmer, Magnesiahornblende, Magnesiaturmalin, Augit, Talk oder Chlorit enthalten, also vorzugsweise im Gemenge mit Mineralien, welche alle Magnesia- und Eisensilicat besitzen und von denen die ersten im vollständigen Zustande auch Fluor und Titaneisen, die Hornblende und der Augit aber auch Kalkerde besitzen. Da man nun den Apatit mit diesen ebengenannten Mineralien, namentlich an den noch gegenwärtig entstehenden Gesteinen der Vulcane, häufig in ganz gleichmässigem Gemenge findet, da man ihn auch noch nie in Pseudomorphosen nach einem dieser Minerale gefunden hat, so ist man wohl zu der Annahme berechtigt, dass er mit diesen Mineralien zusammen zu gleicher Zeit und aus einem und demselben Mutterschmelze entstanden und demnach ebenso, wie die mit ihm in Verwachsung stehenden Glimmer, Hornblenden, Turmaline und Augite, für ein primäres Maternalmineral zu halten ist.

2) Anders aber ist es mit den Apatiten, welche man auf Gängen und Lagern findet. Auf diesen kommen sie mit Mineralarten zusammen vor, welche, wie schon an den betreffenden Orten gezeigt worden ist, offenbare Verwitterungs-, Umwandlungs- und Zersetzungsproducte,

theils der Feldspathe, theils der Amphibolite, theils auch der Glimmer und Turmaline sind, so mit den einfachen Feldspathen (Adular, Albit und Periklin), und deren Verwitterungs- oder Umwandlungsproducten (Quarz, Topas, fluorlose Glimmer, Kaolin und Bergmark); mit den einfachen Hornblenden und Augiten (Strahlstein, Asbest, Bissolith) und deren Umwandlungs- oder Zersetzungsproducten (Dolomit, Magnesit, Siderit, Calcit, Fluorit, Chlorit, Talk, Magneteisenerz); mit dem einfachen Magnesia- und Kaliglimmer und dessen Zersetzungsproducten (Fluorit, Zinnerz(?)); mit dem Turmalin und Chlorit (z. B. im Zillerthale, vgl. hierzu S. 509) u. s. w. — Da nun der Apatit, wie bei seinem chemischen Verhalten gezeigt worden ist, durch kohlensaures Wasser eines Theiles seines Fluorcalciumgehaltes beraubt und selbst nach und nach aufgelöst und aus seinen Muttergesteinen ausgelaugt werden kann, so ist er auf Gängen und Lagern, in denen er mit anerkannten Zersetzungs- oder Umwandlungsproducten seiner primären Gesellschafter auftritt, auch selbst als ein secundäres, durch Auflösung des primären Apatites entstandenes, Gebilde zu betrachten.

3) Endlich findet man aber auch Apatitmassen in angeflutheten Sandstein-, Kalk-, Dolomit- und Mergelablagerungen. In diese Verbindung kann er nun theils durch angefluthete Apatitlösungen, theils aber auch durch Umwandlungen animalischer, ja selbst vegetabilischer Verwesungsreste gelangt sein, wie unter anderen das Vorkommen der Apatitstalaktiten am Basalte auf Ascension in der nächsten Umgebung von Guanolagern; der, oft von Sphärosiderit umschlossenen, Apatitkugeln im Kohlenschiefer der Grube de Fins im Departement de l'Allier; und endlich der 4 – 6 Fuss mächtigen, langgestreckten und zahlreichen Phosphoritnester beweist, welche nach Stein (a. a. O.) bei Staffel namentlich in den Districten Fusshohl und Weissenstein zwischen Thon und Dolomit, oder im District Dextergraben unter Schalstein oder am Beselicher Kopf bei Obertiefenbach in einem Gange vom Palagonitgestein auftreten und allem Anscheine nach Auslaugungsproducte des Nebengesteines sind.

Nach allen diesen Angaben erscheint demnach

Der Apatit
in Association

mit seinen primären Abstammungsgenossen:
eingewachsen in
Magnesiaglimmer, Turmalin, Magnesiahornblende, Talk, Augit } haltigen Felsarten,
und zeigt sich dann auch im Verbande mit den übrigen Gemengtheilen dieser Felsarten, also namentlich mit Orthoklas, Oligoklas, Sanidin, Labrador, Nephelin und Quarz.

mit seinen secundären Abstammungsgenossen, d. i. den Umwandlungs-, Verwitterungs- und Zersetzungsproducten seiner primären Gesellschafter:
Adular, Periklin,
Quarz, Topas,
Fluorit, Zinnerz,
einfache Glimmer,
einfache Hornblenden,
Granat, Epidot,
Chlorit,
Talk,
Magnesit,
Dolomit,
Calcit,
Siderit,
Eisenglanz, Pyrit,
Magneteisenerz,
Titaneisenerz,
Rutil,
Kaolin,
Steinmark.

Anhang zu den Phosphaten.

§. 124. Der Vivianit.

[Blaueisenerz; Eisenblau; phosphorsaures Eisen; Phosphate de Fer Phosphate of Iron; Stiffel.]

1) Körperformen und Eigenschaften. Theils kleine, einzeln oder drusig aufgewachsene, monoklinische, an den schmalen Seitenflächen meist zugeschärfte, Säulchen, theils kugelige oder nierenförmige, strahlig-faserige Aggregate, theils sandige oder staubig-erdige Massen von weiss- oder indigblauer, bläulich- oder schwärzlichgrüner Farbe und auf den leicht darstellbaren Spaltflächen seiner Krystalle perlmutterglänzend. — Milde; Härte = 2; spec. Gewicht = 2,6—2,7. — Beim Erhitzen im Kölbchen viel Wasser ausschwitzend, sich aufblähend und stellenweise grau oder roth werdend; vor dem Löthrohre auf der Kohle erhitzt die Flamme blaulichgrün färbend, sich selbst dann roth färbend und endlich zu einem grauen, glänzenden, magnetischen Korne schmelzend. — In Salz- und Salpetersäure leicht löslich und durch heisse Kalilauge zersetzt werdend und einen schwärzlichen Rückstand gebend.

2) Chemischer Gehalt. Im frischen, noch weissen Zustande besteht der Vivianit aus drittel-phosphorsaurem Eisenoxydulhydrat

$= \dot{Fe}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 8\,\dot{H}$, wonach er aus 29,29 Phosphorsäure, 43,03 Eisenoxydul und 28,68 Wasser besteht. Sowie er aber mit der Luft in Berührung kommt, nehmen 2 Atome desselben 3 Atome Sauerstoff auf und geben dafür die Hälfte ihres Wassers frei, wodurch er nach Rammelsberg blau und zu einer Art phosphorsauren Eisenoxydulhydrats $= 6\,\dot{Fe}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 8\,\dot{H}) +$ $(\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}{}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2 + 8\,H)$ wird und nun aus 29 Phosphorsäure, 12,24 Eisenoxyd, 33,06 Eisenoxydul und 25,70 Wasser besteht. Der blaugewordene Vivianit behält hierbei aber noch die Krystallform des weissen und erscheint hiernach also als eine Art Pseudomorphose nach dem weissen.

3) Vorkommen und Bildungsweise. Der krystallinische Vivianit bildet nirgends den Gemengtheil einer gemengten krystallinischen Felsart, setzt auch für sich allein keine irgend beträchtliche Felsmasse zusammen und findet sich nur drusen-, putzen- oder nesterweise auf Gold, Zinnstein, Kupfererze, Magnet- und Eisenkies oder auch Brauneisenerze führenden Lagerstätten (z. B. sehr schön auf den Goldgängen zu Vöröspatak in Siebenbürgen, auf den Kupfererz- und Brauneisenerzstätten von Bodenmais und Amberg in Baiern, auf den Zinnstein- und Kupfererzgängen in Cornwall). Der erdige und kugel- oder knollenförmige Vivianit dagegen kommt sehr häufig theils als Gemengtheil der Limonite oder Morast- oder Seeenerze (vorzüglich des sogenannten Klumps), theils als mehr oder minder beträchtlicher Bodensatz auf der Sohle von Mooren, namentlich Norddeutschlands z. B. im Hagenbruche bei Braunschweig, in Ostfriesland, Schlesien, Lausitz u. s. w.), oder von Thonlagern (z. B. zu Hillentrupp im Fürstenthum Lippe) vor. Hie und da zeigt er sich auch als Anflug oder in haarförmigen Ueberzügen in Klüften und Höhlungen der Basaltmandelsteine und anderer vulcanischer Gesteine (z. B. am Puy de la Vache in der Auvergne und in Sicilien). Endlich bemerkt man ihn auch in Spalten von halbverkohlten Baumstämmen, ja selbst von Brückenpfeilern und in Gebäudesäulen, welche in moorigem Untergrunde stecken, ferner als Ausfüllung von Conchylien und von thierischen Knochen.

Ich selbst besitze ein Stück Balken von einem Viehstalle, welches in seinen Spalten traubige Vivianitüberzüge enthält. Dieses Stück hatte mehrere Jahre hindurch in einer Düngergrube gelegen, welche mit ockergelbem Sandsteine ausgemauert war, der aber bei dem Ausräumen dieser Grube ganz weiss gefärbt erschien, also seines Eisenoxydulhydrats beraubt worden war.

In einem Schachte der Scharley-Galmey-Grube in Oberschlesien fand man in einer Tiefe von 8—9 Lachter das Skelett eines Menschen, in dessen Knochenhöhlungen man Krystalle und kleine Putzen von Vivianit beobachtete.

Die meisten dieser Vivianitbildungen sind wohl neuer Entstehung und dadurch hervorgebracht worden, dass

entweder Lösungen von vitriolescirenden Eisenkiesen, oder Lösungen von. doppeltkohlensaurem Eisenoxydul

mit kohlensauren Lösungen oder auch fein zertheilten Massen von Apatit oder überhaupt von phosphorsaurem Kalk, wie er sich ja in allen Knochen und vielen Pflanzen vorfindet, in Berührung kamen.

Unter diesen beiden Bildungsweisen kommt wohl die zweite am häufigsten vor. Das Weitere über sie sowohl, wie auch über die Bildung von Vivianit durch Eisenkiese ist indessen schon bei der Beschreibung der Limonitbildungen (S. 201) und in meinem Werke über Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen (S. 151, 212 und 205) mitgetheilt worden.

Bemerkung: Die Gruppe der Phosphate ist aus Versehen an den Schluss dieses Werkes gekommen; sie gehört eigentlich zwischen die Gruppe der Sulfat- und Carbonatspathe. (S. 334.)

Druck von Eduard Weinberg in Berlin.

REGISTER

der

beschriebenen Mineralarten.





